

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

**DESENVOLVIMENTO DE ATITUDE INVESTIGATIVA EM UM
AMBIENTE INTERATIVO DE APRENDIZAGEM PARA O ENSINO
INFORMAL DE CIÊNCIAS**

Ana Paula Sebastiany

Porto Alegre, 2013

Ana Paula Sebastiany

**DESENVOLVIMENTO DE ATITUDE INVESTIGATIVA EM UM
AMBIENTE INTERATIVO DE APRENDIZAGEM PARA O ENSINO
INFORMAL DE CIÊNCIAS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Instituto de Ciências Básicas da Saúde – Departamento de Bioquímica – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Tania Denise Miskinis Salgado
Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Michelle Camara Pizzato

Porto Alegre, 2013

Aos meus queridos e sempre mestres, Dr^a. Michelle Câmara Pizzato e Dr. João Batista Siqueira Harres, semeadores da pesquisa em minha formação e pelo prazer de sua convivência e amizade.

AGRADECIMENTOS

*“Se eu vi mais longe, foi por estar
de pé sobre ombros de gigantes”*

Isaac Newton

À minha família, que nos momentos de minha ausência dedicados ao estudo, sempre fizeram entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente. Por sua dedicação, pelo amor que me fez mais forte, fazendo entender que sou capaz de ir além. A vocês que desde o começo acreditaram, incentivando-me sempre a busca de novos conhecimentos, me dando conselhos, contribuindo para o meu crescimento na vida pessoal e acadêmica. Esta vitória também é de vocês.

Um agradecimento especial ao meu esposo, José Orlando, pela compreensão, dedicação, carinho e amor reservadas a mim durante essa trajetória, respeitando o momento da minha ausência. E à Sônia Inês, a eterna e incondicional incentivadora dos meus sonhos, a pessoa que sempre está ao meu lado em todos os momentos, minha Mãe.

Agradeço à minha orientadora, professora Dr^a. Tania Denise Miskinis Salgado, pela paciência, incentivo, carinho, empenho, e por acreditar na minha capacidade como pesquisadora, deixando-me livre para que eu pudesse refletir e fazer minhas próprias escolhas.

À minha querida co-orientadora, professora Dr^a. Michelle Camara Pizzato, que esteve presente em todos os momentos da minha formação desde a graduação, sempre me mostrando o quanto devemos acreditar em nossos potenciais. Muito obrigada por todos os ensinamentos, reflexões e momentos compartilhados. Amiga, tu sabes que em cada olhar deste trabalho tem um pouco de ti. No olhar crítico encontramos juntas a melhor saída, nos obstáculos um novo caminho, e nas palavras de amizade a certeza de poder contar com pessoas especiais. Eu simplesmente agradeço a Deus por tê-la colocado em meu caminho, sinto-me honrada por contar com seu carinho e amizade. Muito obrigada por tudo!

Aos amigos e colegas Flaviane Predebon e Ivan Francisco Diehl, pela colaboração, auxílio e apoio incondicional na concretização desse trabalho, além da amizade inquestionável.

À amiga Carmem, uma eterna gratidão pela estadia em Porto Alegre no período do estudo. São raras as pessoas que fazem da sua casa a nossa própria casa.

Agradeço aos professores, colegas e amigos da Escola Estadual de Ensino Médio Estrela que sempre me apoiaram durante a realização deste trabalho.

À equipe Diretiva da Escola Estadual de Ensino Médio Estrela, por permitir, apoiar e incentivar a realização das atividades.

Aos alunos que participaram da pesquisa, pelo enorme carinho, comprometimento e apoio em todos os encontros. Muito Obrigada!

Aos professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, pelas oportunidades de discussões e enriquecimento pessoal.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – pela concessão da bolsa de estudos durante o período de realização deste trabalho.

Agradeço a todos que, de alguma forma, colaboraram para que essa conquista fosse possível.

“Na minha curiosidade, eu me movi nesse âmbito plenamente. [...] No fundo, o que eu quero fazer é convidá-los a mudar seu modo de ver, seu olhar”.

Humberto Maturana

RESUMO

A presente investigação trata de um *estudo de caso* no âmbito do Ensino de Ciências, da atitude investigativa associada às ações de alunos do Ensino Médio quando envolvidos em um Ambiente Interativo de Aprendizagem (AIA) orientado por uma intervenção metodológica de caráter investigativo e construtivista. As atividades constitutivas do AIA para o âmbito de Ensino Informal foram organizadas e estruturadas sob a forma de jogos de RPG – *Roleplaying Game*, orientadas pelo Modelo Didático Investigativo e tendo como tema a Ciência Forense e a Investigação Criminal. O AIA foi planejado para oferecer situações-problema e recursos (bibliográficos, experimentais, tecnológicos) aos participantes, de modo que eles pudessem, ao interagir com tais recursos, expressarem suas ideias, a fim de resolverem o problema proposto. O contexto está situado em um Curso de Extensão promovido pelo Centro Universitário UNIVATES que envolve, principalmente, a elaboração, o desenvolvimento, a produção e a implementação de um AIA, de âmbito informal e presencial, ligado ao Ensino de Ciências, como estratégia para a aprendizagem de comportamentos investigativos e da divulgação da Ciência e da Tecnologia. Propôs-se avaliar como o Ambiente Interativo de Aprendizagem orientado pelo Modelo Didático Investigativo favorece o desenvolvimento de atitude investigativa (conjunto de comportamentos) de seus participantes. Os dados coletados constituíram-se dos materiais produzidos pelos estudantes durante sua participação no AIA, tais como respostas a guias de reflexão e diários, depoimentos, entrevistas, bem como gravações em áudio e vídeo, utilizando-se da análise textual discursiva como estratégia de análise qualitativa de dados para chegar aos resultados da pesquisa. Para a identificação e análise dos comportamentos investigativos desenvolvidos nos diferentes momentos e etapas da intervenção metodológica pelos alunos investigados, após a coleta de dados, foram extraídas as unidades de informação relevantes, seguindo-se da categorização destas unidades. Essas categorias (comportamentos) foram construídas tendo por base a fundamentação teórica desse estudo e adaptadas segundo as ações dos estudantes no decorrer do desenvolvimento das atividades. Buscou-se, pois, perceber as contribuições do ambiente de aprendizagem implementado para o desenvolvimento dos comportamentos nos estudantes, dando suporte para o entendimento de aspectos relacionados à atitude investigativa dos sujeitos investigados. Os resultados obtidos podem servir de referência para a definição e implementação de estratégias para o ensino na área de Ciências, bem como de outras áreas da Educação Básica, na medida em que estes estudos propiciem um melhor conhecimento sobre o processo educacional em espaços de formação e investigação.

Palavras- chave: ensino de ciências, comportamentos investigativos, ambiente interativo de aprendizagem

ABSTRACT

This research is a case study in science teaching, on the investigative attitude associated with the actions of high school students when involved in an Interactive Learning Environment (ILE) guided by a methodological intervention of investigative and constructivist character. The constitutive activity of the ILE for the scope of Informal Education were organized and structured in the form of RPG - Role Playing Games, directed by Didactic-Investigative Model, and on the subject of Forensic Science and Criminal Investigation. The ILE was designed to provide problem situations and resources (bibliographic, experimental, technological) to the participants, so that they could, by interacting with these resources, express their ideas in order to solve the proposed problem. The context is set in an Extension Course sponsored by the Centro Universitário UNIVATES. It involves mainly the design, development, production, and implementation of an ILE, with informal and classroom scope, on Science Teaching, as a learning strategy to investigative behavior and Science and Technology dissemination. It was proposed to assess how the Interactive Learning Environment directed by Didactic-Investigative Model favors the development of investigative attitude (set of behaviors) of its participants. Collected data consisted on the materials produced by the students during their participation in the ILE, such as responses to reflection guides and diaries, testimonies, interviews, and audio and video recordings, using textual discursive analysis as a strategy of qualitative analysis to get to the research results. For identification and analysis of investigative attitudes developed by the investigated students at different times and stages of methodological intervention, the relevant information units were extracted after data collection, followed by the categorization of such units. These categories (attitudes) were constructed based on the theoretical foundation of this study, and adapted according to students' actions during activities development. We therefore sought to understand the contributions of the learning environment implemented for attitude development in students, giving support to the understanding of issues related to investigative attitude of the subjects investigated. Results can serve as reference for definition and implementation of strategies for teaching in science area, as well as other areas of basic education, to the extent that these studies provide better understanding of the educational process in areas of training and research.

Keywords: science education, investigative attitudes, interactive learning environment

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de processos básicos implicados em cada situação de aprendizagem: o sistema de sete processos.....	35
Figura 2 – Mapa conceitual que caracteriza o AIA.....	61
Figura 3 – Esquema síntese de atitude investigativa.....	76
Figura 4 – Esquema com os comportamentos investigativos identificados no Momento 2 - Etapa 1.....	98
Figura 5 – Esquema com os comportamentos investigativos identificados no Momento 2 - Etapa 2.....	99
Figura 6 – Esquema com os comportamentos investigativos identificados no Momento 2 - Etapa 3.....	102
Figura 7 – Esquema com os comportamentos investigativos identificados no Momento 3 - Etapa 1.....	106
Figura 8 – Esquema com os comportamentos investigativos identificados no Momento 3 - Etapa 2.....	107
Figura 9 – Esquema com os comportamentos investigativos identificados no Momento 3 - Etapa 3.....	109
Figura 10 – Esquema com os comportamentos investigativos identificados no Momento 3 - Etapa 4.....	115
Figura 11 – Esquema com os comportamentos investigativos identificados no Momento 4.....	121
Figura 12 – Esquema com os comportamentos investigativos identificados no Momento 5.....	136

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – O planejamento do processo de ensino em contextos formais e informais.....	30
Quadro 2 – O planejamento do processo de aprendizagem em contextos formais e informais.....	33
Quadro 3 – Revisão bibliográfica dos comportamentos associados ao processo de investigação.....	76
Quadro 4 – Questionário inicial.....	86
Quadro 5 – Depoimento do Policial criado para a proposta.....	87
Quadro 6 – Roteiro 1: Nossas primeiras ideias.....	88
Quadro 7 – Guia de Reflexão 1: Chegando na cena.....	89
Quadro 8 – Roteiro 2: Entrando e observando a cena.....	90
Quadro 9 – Orientações para registros.....	91
Quadro 10 – Guia de reflexão 2: Desvendando o caso.....	91
Quadro 11 – Questionário final: Avaliação do curso.....	92
Quadro 12 – Etapas que compuseram cada momento a ser analisado.....	93
Quadro 13 – Síntese dos comportamentos não identificados e pouco evidenciados.....	153
Quadro 14 – A natureza dos comportamentos.....	154
Quadro 15 – Atitude investigativa evidenciada.....	155

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Síntese dos comportamentos apresentados pelo grupo no Momento 2.....	105
Tabela 2 – Síntese dos comportamentos apresentados pelo grupo no Momento 3.....	120
Tabela 3 – Síntese dos comportamentos apresentados pelo grupo no Momento 4.....	133
Tabela 4 – Síntese dos comportamentos apresentados pelo grupo no Momento 5.....	143
Tabela 5 – Síntese dos comportamentos apresentados pelo grupo.....	145

SUMÁRIO

1 A CONSTRUÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO.....	14
1.1 CONTEXTO DE PESQUISA.....	15
1.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A PESQUISA.....	15
1.2.1 Problema de Pesquisa.....	15
1.2.2 Objetivo Geral de Pesquisa.....	15
1.2.2.1 Objetivos Específicos de Pesquisa.....	16
1.2.3 Metodologia de Pesquisa.....	16
1.3 PLANO GERAL DA DISSERTAÇÃO.....	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1 O DESAFIO DE ENSINAR CIÊNCIAS.....	18
2.2 ENSINO INFORMAL.....	26
2.2.1 A busca por uma definição teórica.....	26
2.2.2 Caracterização de ensino informal.....	29
2.2.3 Atividades de Ensino Informal.....	36
2.2.3.1 Complementar a escola.....	39
2.2.3.1.1 <i>Integrando museu e escola.....</i>	40
2.2.3.1.2 <i>Atendimento escolar.....</i>	42
2.2.3.1.3 <i>Visitas agendadas e orientadas.....</i>	44
2.2.3.2. Oficinas e Módulos experimentais.....	46
2.2.4 Outras reflexões.....	51
2.2.5 A modo de síntese.....	52
2.3 AMBIENTE INTERATIVO DE APRENDIZAGEM (AIA).....	54

2.3.1 Compreensão e caracterização do AIA.....	60
2.3.1.1 As possibilidades de interatividade.....	61
2.3.1.2 Entendendo o significado de colaboração e cooperação.....	63
2.3.1.2.1 <i>Autonomia versus colaboração</i>	64
2.3.1.3 Modelo Didático Investigativo.....	67
2.3.1.4 Roleplaying Game – RPG.....	68
2.3.1.5 Ciência Forense e Investigação Criminal.....	70
2.4 ATITUDE INVESTIGATIVA.....	72
2.5 CONSIDERAÇÕES.....	80
3. METODOLOGIA.....	82
3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	83
3.1.1 Etapa 1 - Design Instrucional.....	83
3.1.2 Etapa 2 – Produção do Ambiente Presencial.....	85
3.1.3 Etapa 3 – Implementação.....	86
3.2 MODALIDADES DE ANÁLISE.....	92
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	98
4.1 MOMENTO 2.....	98
4.1.1 Etapa 1.....	98
4.1.2 Etapa 2.....	99
4.1.3 Etapa 3.....	101
4.1.4 Avaliação geral.....	104
4.2 MOMENTO 3.....	106

4.2.1 Etapa 1.....	106
4.2.2 Etapa 2.....	107
4.2.3 Etapa 3.....	109
4.2.4 Etapa 4.....	114
4.2.5 Avaliação geral.....	119
4.3 MOMENTO 4.....	121
4.4 MOMENTO 5.....	136
5 CONCLUSÕES: UM OLHAR SOBRE O PROCESSO VIVENCIADO.....	147
REFERÊNCIAS.....	159
APÊNDICES.....	178
APÊNDICE 1.....	178
APÊNDICE 2.....	179
APÊNDICE 3.....	183
APÊNDICE 4.....	185
APÊNDICE 5.....	227
APÊNDICE 6.....	234
APÊNDICE 7.....	240
APÊNDICE 8.....	242
APÊNDICE 9.....	243
APÊNDICE 10.....	245

1. A CONSTRUÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

Quanta coisa mais há agora para viver! Em vez de nosso monótono voo de ida e volta até os barcos de pesca, há agora uma razão para viver (...) Podemos aprender a voar! (BACH, 2006, p.24).

Para Sacristán e Pérez Gómez (2000), “a atuação do docente, em parte, é sempre um ato de criação, uma atitude artística apoiada no conhecimento e nas experiências passadas, mas projetada além de seus limites”. Essa atitude do professor o conduzirá para uma ação interativa e cheia de significados capaz de fazer da "aula" um grande espaço para a aprendizagem.

Embora o professor saiba que a mudança é necessária, teme aventurar-se num mundo desconhecido. A formação do professor geralmente não lhe oferece opções para mudar suas atitudes em sala de aula. Assim, tornar a aula um momento de saberes, que despertem a curiosidade, conduzindo os alunos a uma participação mais intensa no processo da aprendizagem, torna-se quase impossível. “Um dia fomos borboletas aladas, em busca de espaços sem limites. Talvez por medo, tenhamos abandonado as asas” (ALVES, 2000).

É por meio da concordância com as afirmações acima e acreditando no desejo de aprender a "voar" que se inicia o relato desta investigação. Afinal, o caminho se faz ao andar. Nesse sentido, este trabalho apresenta uma proposta alternativa à abordagem tradicional do processo educacional por meio de espaços de formação e de investigação, objetivando contribuir para as discussões sobre a utilização de ambientes interativos de aprendizagem de âmbito informal.

Sendo assim, a presente investigação trata de um estudo de caso no âmbito do Ensino de Ciências, da atitude investigativa associada às ações de alunos do Ensino Médio quando envolvidos em um Ambiente Interativo de Aprendizagem (AIA) orientado por uma intervenção metodológica de caráter investigativo e construtivista. O AIA é um ambiente de aprendizagem inspirado nos jogos de RPG – *Roleplaying Game*, e planejado para oferecer situações-problema e recursos (bibliográficos, experimentais, tecnológicos) aos participantes, de modo que eles possam, ao interagir com tais recursos, expressar suas ideias, a fim de resolver o problema proposto. Como eixos temáticos deste projeto, foram escolhidos a Ciência Forense e a Investigação Criminalística, por serem temas de rara abordagem nos ensinos formal e informal, mas de grande interesse pelo público em geral.

1.1 CONTEXTO DE PESQUISA

O contexto da pesquisa constituiu-se em um estudo para a implementação do Curso de Extensão “Detetive por um dia – aprendendo a investigar por meio da Ciência Forense” promovido pelo Centro Universitário UNIVATES (Lajeado - RS/Brasil), que tratou da elaboração, do desenvolvimento e da produção de um AIA como estratégia para a aprendizagem da atitude investigativa (conjunto de comportamentos) e a divulgação da Ciência e da Tecnologia.

Para tanto, foi produzido um AIA sob forma de uma cena de crime, composta por um cenário (simulação de um crime fictício), personagens (sujeitos) e a problemática (resoluções do crime com ajuda da Ciência Forense). O AIA foi constituído por dois cenários físicos: uma “cena do crime”, contendo pistas para a resolução do mistério, e um “laboratório de análises forenses”, no qual os participantes puderam realizar experimentos e pesquisar dados relacionados à trama. A esses cenários, foram agregados componentes como lupas, luvas, sacos plásticos (para coleta das amostras), kits de reagentes para as análises químicas, um computador contendo um banco de dados e entrevistas a suspeitos e testemunhas, materiais bibliográficos para pesquisa e outros equipamentos necessários para a resolução do caso (microscópios, pinças, bicos de Bunsen e vidrarias, entre outros).

1.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A PESQUISA

1.2.1 Problema de Pesquisa

Como um Ambiente Interativo de Aprendizagem orientado pelo Modelo Didático Investigativo favorece o desenvolvimento de atitude investigativa (conjunto de comportamentos)?

1.2.2 Objetivo Geral de Pesquisa

Analisar como o Ambiente Interativo de Aprendizagem favorece o desenvolvimento de atitude investigativa (conjunto de comportamentos) de seus usuários.

1.2.2.1 Objetivos Específicos de Pesquisa

- Elaborar e construir o Ambiente Interativo de Aprendizagem em âmbito presencial;
- Propor atividades na tentativa de solução de um crime fictício, nas quais os participantes possam procurar evidências, coletar pistas, analisar e avaliar provas e realizar experimentos, de modo a desenvolver comportamentos investigativos e vivenciar aplicações científicas;
- Identificar as estratégias e os procedimentos (sequência de passos, ou seja, a forma como organizam essas estratégias) utilizados pelos usuários do ambiente, para resolver o problema;
- Analisar as condutas relacionais dos participantes usuários em relação ao ambiente e às atividades propostas.

1.2.3 Metodologia de Pesquisa

Os dados foram coletados a partir da implementação de um Ambiente Interativo de Aprendizagem (AIA) e correspondem aos materiais produzidos pelos usuários durante sua participação no AIA, tais como respostas a guias de reflexão e diários, depoimentos, entrevistas, bem como gravações em áudio e vídeo. Utiliza-se a ‘análise textual discursiva’ (MORAES; GALIAZZI, 2007) como estratégia de análise qualitativa de dados.

1.3 PLANO GERAL DA DISSERTAÇÃO

O presente trabalho encontra-se organizado pela seguinte estrutura textual: este primeiro capítulo apresenta um breve relato que busca situar o leitor sobre a pesquisa desenvolvida, apresentando de forma sintética o contexto, o problema de pesquisa, os objetivos e a metodologia utilizada, os quais indicam o caminho percorrido para responder às questões de pesquisa. O segundo capítulo descreve os aspectos teóricos da pesquisa, contextualizando os principais indicativos que levaram à realização e à concretização desse trabalho, a definição e caracterização do ensino informal, do AIA e da atitude investigativa. O terceiro capítulo descreve a metodologia, com as orientações metodológicas adotadas, descrição do procedimento de coleta de informações e do método de análise utilizado, bem

como a metodologia de ensino e o roteiro, adotados para esta pesquisa. No quarto capítulo, são apresentadas as análises dos dados e os resultados obtidos. Por fim, no quinto capítulo são apresentadas as considerações finais da pesquisa. Além disso, são discutidos os resultados e realizadas algumas reflexões que associam os temas abordados nos capítulos anteriores a esses resultados.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo é apresentada uma revisão de literatura pertinente e com postulados explicitados por pesquisadores de reconhecida vivência sobre os temas considerados mais relevantes para contextualizar e fundamentar o desenvolvimento do trabalho.

2.1 O DESAFIO DE ENSINAR CIÊNCIAS

Frente aos numerosos desafios da educação atual, a realidade do nosso sistema educacional nos remete à reflexão sobre o verdadeiro papel não só das instituições de ensino e dos professores, mas também daqueles que são o principal quando falamos em educação, os estudantes. O que pensam, o que anseiam, o que desejam? São inquietações que também devem persistir no íntimo de cada educador para que possa transformar o ensino de ciências em algo dinâmico, instigante e acima de tudo alegre. Sendo assim, a escola não deveria somente contribuir ao conhecimento, deveria também preocupar-se em oferecer aos estudantes uma formação integral que permita a formação de cidadãos preparados para tomar decisões, participar democraticamente na sociedade, exercer a cidadania responsavelmente e atuar com capacidade crítica, tanto na vida cotidiana como na busca de soluções aos problemas que têm sido propostos à humanidade (MARTINS, 2002).

Em contrapartida, observa-se que o ensino de ciências predominante nas salas de aula, habitualmente, não gera expectativas por parte dos estudantes para a aprendizagem (GALAGOVSKY, 2005; BIZZO, 2002), e até, segundo Simpson e Oliver (1990), da forma como vem sendo estruturado e desenvolvido, tem contribuído para afastar as crianças e os jovens das ciências, o que se reflete em suas atitudes e no desinteresse pelo que aprendem. Essa falta de interesse é reconhecida por pesquisadores da área de ensino e tem sido associada à falta de conexão entre o que se ensina na escola e a vivência dos alunos fora dela (GIL; CARRASCOSA; MARTÍNEZ, 1991; BELLO, 2000; POZO; CRESPO, 2000; SOBES; VILCHES, 2000; ACEVEDO, 2004).

Segundo Sacristán (1998), esse distanciamento entre as aprendizagens escolares e as extraescolares se deve, entre outros fatores, à própria seleção, dentro do currículo, de conteúdos desatualizados e descontextualizados frente às transformações que ocorrem na sociedade. Isso oportuniza o distanciamento do aluno não apenas em relação ao aprendizado dos conteúdos vistos nestas áreas de conhecimento, como também aos próprios conteúdos,

como se ambos – aluno e conteúdos – pertencessem a ambientes diferentes. Essas constatações podem ser evidenciadas no pensamento de Alves (2000, p. 18):

Os métodos clássicos de tortura escolar, como a palmatória e a vara, já foram abolidos. Mas poderá haver sofrimento maior para uma criança ou um adolescente que ser forçado a mover-se numa floresta de informações que ele não consegue compreender e que nenhuma relação parece ter com sua vida?

Sendo assim, os professores precisam desenvolver uma melhor compreensão do currículo, mais adequada às características discentes, pois caso não consigam atuar nessa perspectiva, a tendência é transferir os problemas de aprendizagem para os alunos (PORLÁN; RIVERO, 1998). Nesse sentido, Chassot (2000, p. 207) aponta que:

A escola não só vira as costas para o saber popular, como o despreza ao cortejar o saber institucionalizado. Assim, parece que, quando se olha a posição da Escola, colocada entre a Academia, produtora da Ciência, e a Comunidade, detentora do saber popular, a vemos cortejando o saber acadêmico, que não conhece, mas tem que transmitir, e até desprezando o saber popular, que ela também não entende e que não tem a validação da Academia. [...] É um novo assumir que se propõe à Escola: a defesa dos saberes da comunidade onde ela está inserida.

O aluno não é uma “tabula rasa”. Ele vem para a escola com conhecimentos empíricos já constituídos a partir do seu contato com a sociedade, ou seja, chega ao ambiente escolar com ideias, opiniões e imagens estruturadas em um "saber prático" que está em contínua elaboração nas trocas de informação, experiências e relações do cotidiano (PORLÁN; RIVERO, 1998). Afinal, nós seres humanos temos diferentes maneiras de ver e explicar o mundo. Sendo assim, é fundamental reconhecer que nos comunicamos porque compartilhamos muitas de nossas representações e demonstramos racionalidade com a disposição a aceitar as de nossos interlocutores. Em relação à educação em ciências, esta perspectiva implica entender a aprendizagem como possibilidade de entrar em outros mundos, em outras formas de ver, conhecer e explicar. No entanto, em geral, o professor não dá importância se o aluno já teve contato com os conteúdos estudados seja pela televisão, por fatos narrados pelos familiares ou amigos, ou se visitou museus, centros tecnológicos ou até mesmo as feiras de ciências promovidas nas escolas.

Sendo assim, o conhecimento que o aluno traz deve ser o ponto de partida para que o educador possa desenvolver seu trabalho. O aluno possui experiências, pois interage com seu meio, e ignorar seus conhecimentos é ignorar o próprio educando. Borges e Moraes (1998, p.13) valendo-se das argumentações de Ausubel, complementam: conhecer é construir significados. E essa construção está relacionada, necessariamente, aos nossos conhecimentos e ao modo como se interligam:

Os conceitos não são construídos isoladamente: cada novo conceito, para ser estruturado e compreendido, precisa integrar-se a uma rede constituída por muitos outros conceitos, que se ampliam e se diferenciam progressivamente. É importante salientar que a construção de conceitos e o desenvolvimento do raciocínio envolvem não só aquisição de conhecimentos, mas também a capacidade de solucionar problemas. A busca de solução a problemas é uma característica marcante em todas as ciências. (BORGES; MORAES, 1998, p.16).

Por isso é tão importante, na educação escolar, a consideração e a valorização das ideias dos alunos. Nesse sentido, um dos aspectos fundamentais para a construção de significados envolve a interação das informações obtidas pelos alunos, que muitas vezes não conseguem estabelecer relações, organizar e transpor esse aprendizado para seu dia-a-dia. Essa problemática é perceptível, pois apesar de reconhecerem a importância e atualidade da ciência em virtude de sua presença em todos os ambientes e materiais que os cercam, os estudantes não são capazes de usar a ciência que aprenderam na escola para solucionar problemas do chamado “mundo real” (PEÑA, 2001; HOERNING; PEREIRA, 2004). Silva e Zanon (2000) associaram esta linha de pensamento às ideias de Paulo Freire para constatarem que o universo educacional acaba por distanciar os processos de “leitura das palavras” e de “leitura do mundo”, de forma que as palavras lidas se tornam cada vez mais especializadas e menos se relacionam com a experiência concreta. Dentro desta perspectiva, o “mundo da vida” não tem ressonância com o “mundo escolar”. Esta situação acaba por contrariar o objetivo básico da educação, que segundo Morin, Ciurana e Motta (2003) é fortalecer as condições para o surgimento de uma sociedade-mundo composta por cidadãos protagonistas, criticamente comprometidos com a construção de uma sociedade planetária.

Sendo assim, para que o “saber científico” possa ser incorporado efetivamente pelos alunos, devemos levar em consideração toda uma complexa rede de conhecimentos às quais eles têm acesso, assim como os fatores de relevância para uma determinada esfera social à qual se ensina. Levando-se em consideração tais particularidades, acredita-se que o conhecimento poderá ser estruturado de forma significativa para os alunos, que poderão ver na ciência uma maior funcionalidade para suas vidas.

No entanto, desde há muito tempo e ainda nos dias atuais, a forma predominante de se ensinar ciências é aquilo que Cachapuz (2000) denomina ensino por transmissão, o que parece ser outro fator que contribui para a falta de interesse de crianças e jovens pelas ciências, já que decorre, principalmente, da metodologia de ensino tradicionalmente empregada, na qual, muitas vezes, é exigida memorização e reprodução de conceitos em detrimento da construção

coletiva ou individualizada destes, acabando por desestimular os alunos (CALAZANS, 1996; BIZZO, 2002; DELICIO; GANDINI; NUNES, 2007).

O ensino por transmissão se organiza em torno de um professor que tenta transmitir o conteúdo aos alunos, e que é visto como único detentor de um conhecimento correto, exato e inquestionável, a ser absorvido como verdade pelo aluno. Os alunos, por sua vez, têm como tarefa armazenar, de modo passivo e memorístico, o conteúdo apresentado pelo professor. As aulas práticas, quando proporcionadas, são do tipo ilustrativo, orientadas por instruções detalhadas, não havendo espaço para o aluno questionar ou mesmo entender o objetivo da atividade que está realizando (CACHAPUZ, 2000).

A aprendizagem, desta forma, se restringe à cobrança da memorização dos conteúdos fornecidos em sala de aula pelo professor ou contidos em outras fontes de informação. Nesse tipo de ensino, os conteúdos são passados aos alunos, que os recebem passivamente, sem geralmente questioná-los ou discuti-los. O professor, por sua vez, não leva os alunos a problematizarem esses conteúdos, uma vez que reproduz o ensino que recebeu na sua formação, também tradicional (BEJARANO, 2001; CHARLOT, 1986; CASTRO; CARVALHO, 2001).

Assim, a construção do conhecimento torna-se a-histórica e tudo é dicotomizado; teoria e prática são distintos; o ensino acadêmico e a realidade do dia-a-dia são quase sempre divorciados; o professor (detentor dos conhecimentos) e os alunos (receptores destes conhecimentos prontos, acabados), parecem fazer parte de mundos diferentes. Na sala de aula, posturas como submissão e aceitação são avaliadas como positivas e importantes no desenvolvimento dos estudantes, enquanto que a indisciplina deve ser punida. Essas premissas podem ser assim resumidas:

A maior das virtudes ensinadas: a obediência. O maior crime: desobedecer. Um bom estudante quer dizer, para mais tarde, um bom operário, um bom soldado, um bom escravo. (CHARLOT, 1986, p.12).

Além de desmotivar o aluno, este ensino não desperta a curiosidade científica, a criatividade, e também não gera compromisso com a formação de um cidadão crítico e comprometido com as exigências que o contexto contemporâneo requer. Dessa forma, torna-se impossível aos alunos sozinhos, submetidos a esse modelo de ensino, conseguirem articular o conhecimento aprendido em aula com as diversas situações complexas com que eles vierem a se deparar (BASTOS et al., 2003).

Este modelo de ensino vem sendo fortemente questionado pelos próprios alunos em todos os níveis, ao não conseguirem relacionar os conteúdos fragmentados (ANGOTTI, 1991) aprendidos na escola com as suas vivências fora da sala de aula. Conforme Camargo e Nardi (2004), essa fragmentação caracteriza certa cultura do conhecimento que vai produzir, depois de permear todo o ensino escolar, uma série de consequências, entre as quais possivelmente estão o desenvolvimento de certas habilidades em detrimento de outras. Acaba interferindo na formação do indivíduo, uma vez que gera uma ilusão em sua percepção do mundo e não lhe fornece a formação necessária para ter uma visão polissêmica de mundo.

De acordo com Teixeira (2003), o ensino das disciplinas científicas nas escolas tem dado ênfase demasiada aos conteúdos. Quanto a isso o autor faz uma crítica:

O ensino nestas áreas privilegia o conteúdo, desconsiderando os acontecimentos presentes na sala de aula. De fato quando avaliamos o ensino de ciências (Biologia, Química e Física), é notável que o perfil de trabalho nestas disciplinas está rigorosamente marcado pelo conteudismo, excessiva memorização de terminologias, descontextualização e ausência de articulação com as demais disciplinas do currículo. (p.178)

Nesse sentido, outro aspecto que pode estar relacionado à problemática da falta de interesse diz respeito à disciplinarização excessiva do conhecimento no ensino formal. A separação do conhecimento em disciplinas (Química, Física, Biologia e Matemática, entre outras) pode implicar em ficarmos isolados, fechados nas nossas ideias e na nossa sala de aula e não olharmos para o que se passa à volta. Desta forma, os alunos passam a considerar os conteúdos estéreis, as ciências difíceis, reforçando ideias do senso comum, e delegando a cientistas iluminados, seres extremamente diferenciados dos cidadãos comuns, a construção do conhecimento científico e as descobertas e invenções fantásticas. Essa disciplinarização vai contra o modo como cada um de nós aprende e conhece o mundo. Afinal, não é assim que nós explicamos a realidade que nos envolve e também não é assim que as crianças e os jovens a querem aprender (GALVÃO, 2005).

Ensinar e formar crianças, adolescentes e jovens parece, hoje, ser um dos maiores desafios de toda a ação humana, pois a escola tem sido, para muitos, apenas um lugar de preparação na qual as alegrias e as curiosidades do presente não são consideradas. Assim também se entende porque as aprendizagens que são estimuladas fora das instituições estão se tornando cada vez mais atrativas e penetrantes, se comparadas a teorias e fórmulas ensinadas nas instituições escolares. Dessa maneira, falar sobre alegria e prazer na escola pode parecer para alguns como um discurso ingênuo e improvável, já que os objetivos e as práticas

escolares são direcionados para as crianças como um futuro adulto. Essa relação estabelecida com o futuro é, segundo Snyders (1988), um dos motivos pelos quais a alegria tem sido distanciada da escola.

A criança é um ser em si completo, o jovem ou a jovem é um ser em si completo, ponto de partida na convivência e que vai transformar-se enquanto dure a convivência. (MATURANA, 2002 *apud* PIZZATO, 2010, p. 54)

Segundo Pizzato (2010) quando pensamos que temos que preparar os estudantes para a vida adulta, para o mundo que virá, para o futuro, estamos ignorando que “[...] o propósito da educação não é preparar nossas crianças para que cheguem a ser cidadãos responsáveis e úteis, mas que devem chegar a sê-lo como um simples e espontâneo resultado de seu crescimento como seres humanos que se respeitam a si mesmos, social e ecologicamente conscientes.” (MATURANA, 2002 *apud* PIZZATO, 2010, p. 307). Estamos exigindo que estes sejam de outra maneira, porque têm que ser um trânsito (estado transitório) para algo, como se o que eles fossem no presente não importasse, mas somente o que eles vão ser. Desta forma, estamos negando a completude do humano em qualquer estágio de sua vida, e esquecendo de educar para o presente.

Snyders (2001) define a alegria na escola como um ato e não como um estado, o que pressupõe a busca por alcançá-la e não simplesmente esperar que aconteça através de outros. O autor fala dos fragmentos felizes que a escola deixa transparecer, ou seja, essa ideia de fragmento mostra bem como a emoção – alegria – é secundária na escola. Tais fragmentos são refletidos na relação entre professores e alunos, no encontro com colegas, nas brincadeiras e também na sala de aula, quando aprendem e ensinam. É quando a escola deixa de ser apenas lugar de preparação e torna-se também lugar de prazer. Quando perguntados sobre essas ações na escola, docentes e discentes afirmam sentir prazer quando aprendem e ensinam. Maturana (2001, p.22) diz que *são as nossas emoções que provocam nossas ações*. E isso é perceptível em ações de professores e alunos que, muitas vezes, alteram os programas previstos e horários estabelecidos, chegando a se encontrar em turno inverso para a realização de projetos, sem serem pagos para isso. Ou seja, professores e alunos, no desejo de carregar de emoções, de sonhos e de prazer o ambiente de formação, buscam alternativas para amenizar os obstáculos à alegria no ambiente escolar (FREIRE, 1999). Assim, as ações geradas no interior da escola expressam além das práticas de seus sujeitos, também as suas emoções. Tais ações instituem outras maneiras de sentir a escola.

Sabemos que a criança e o ser humano em geral são naturalmente curiosos, investigativos e observadores. Na infância, essas características podem ser distinguidas pelas atitudes das crianças em relação a tudo que vivem, tanto que muitas se divertem e gostam da escola e do que aprendem nela, pois é a presença dessas que os estimula a aprender, a entender, a descobrir e a inventar. Mas à medida que os estudos escolares vão avançando, estas características humanas naturais vão sendo “abafadas”. Essa situação está relacionada com o fato de que muitos alunos não entendem o que se tenta ensinar; outros, ainda, se aborrecem profundamente nas aulas ao se darem conta de que o que lhes é ensinado não responde a seus interesses (DELVAL, 2001). Dessa forma, torna-se imprescindível refletir sobre os interesses e necessidades dos alunos, já que:

Não existem interesses inatos, estes são consequência das situações experienciais nas quais as pessoas estão submersas. [...] Isto significa que os interesses também podem ser gerados intencionalmente. O papel do professor estimulador e acrescentador de novos interesses e necessidades nos estudantes é fundamental. (SANTOMÉ, 1998, p. 229)

Sem a curiosidade que nos torna seres em permanente disponibilidade à indagação, seres da pergunta – bem feita ou mal fundada, não importa – não haveria a atividade concreta de nossa possibilidade de conhecer (FREIRE, 2003). Portanto, a curiosidade do indivíduo o leva a duvidar, a formular hipóteses, a confirmar suas certezas, tomando consciência de si próprio e do seu objeto de estudo. No entanto, é uma realidade que, na maior parte das salas de aula, o currículo se centra nos conteúdos conceituais dos livros de texto, e mal se trabalha a indagação, e nem se estimula a curiosidade. Este tipo de experiência também não se impulsiona nos contextos extraescolares, em que cotidianamente convivemos com numerosos fenômenos científicos, de que não somos conscientes. Desta forma, tanto na escola, como em outros espaços de formação, a curiosidade e a capacidade de indagação vão se dissolvendo com o passar do tempo. Tal situação vem se perpetuando ao longo dos anos e tem sido também apontada como um dos fatores que tem contribuído para afastar os estudantes do ensino de ciências (ROSA; HEINECK; ROSA, 2004).

Sendo assim, a indagação escolar é um recurso metodológico muito adequado (CAÑAL, 1999), ao permitir desenvolver todos os conteúdos (conceituais, procedimentais e atitudinais), com o que se fomenta a curiosidade científica, a criatividade, entre outros. (CAÑAL, 1999; TELLEZ, 1997). Assim, se trata de utilizar a curiosidade, já que é algo inato a todo ser humano, pois desde que nascemos exploramos nosso meio, graças a esse grau de curiosidade inicial que é diferente em cada indivíduo, mas comum a todos. Além disso, essa

curiosidade, esse desejo de conhecer, é premissa inicial em qualquer pessoa para todo processo de aprendizagem (POSSE; CASTILLO; SUREDA, 2004), sendo decisivo satisfazê-la, e isso permitirá incrementar o desejo por conhecer e investigar, base de uma aprendizagem ao longo da vida.

Para que este objetivo se torne possível em termos de educação, resulta crucial para todo educador estimular sua própria curiosidade, e propor-se perguntas sobre os fenômenos que sucedem a sua volta, a fim de desenvolver as habilidades necessárias para suscitar posteriormente essa curiosidade entre seus alunos. O ser humano é movido pela curiosidade e, quando esta é aguçada por meio de reflexões e questionamentos, ele é instigado a descobrir o que ainda não conhece. Concorde-se com Freire (1999, p. 95) quando diz que “como professor devo saber que, sem a curiosidade que me move, que me inquieta, que me insere na busca, não aprendo nem ensino”. Sendo assim, é fundamental que professor e alunos se assumam seres humanos curiosos e saibam que sua postura é aberta, curiosa, indagadora e não apassivada, enquanto falam ou enquanto ouvem.

Para que os alunos se tornem seres humanos curiosos e investigativos, é preciso que o seus interesses e curiosidades ultrapassem os limites da escola, ou seja, é necessário que eles busquem seus conhecimentos para além daqueles ensinados no ambiente escolar. Afinal, conhecer não é o ato através do qual um sujeito é transformado em objeto e recebe dócil e passivamente os conteúdos que outro lhe dá ou lhe impõe. O conhecimento, pelo contrário, exige uma presença curiosa do sujeito em face do mundo (FREIRE, 1983). Por sua vez, um ensino estimulante é aquele que ajuda as crianças e os jovens a não ter medo, a fazer perguntas, a olhar para o mundo e a procurar respostas. Em outras palavras, é preciso que os alunos vivam situações de aprendizagem que os estimulem a querer aprender, a criar uma relação prazerosa com o aprender.

Porém, o fato do ensino de ciências não desenvolver ou levar em conta a atitude investigativa dos alunos, implica que este não está capacitando os alunos a pensar, a falar, a sentir e a atuar frente ao mundo que os cerca. Fazer ciência na escola deveria se constituir, isso sim, como uma atividade no marco de um sistema social complexo, cuja finalidade consistiria na construção significativa de novas maneiras de pensar, falar, sentir e atuar que permitissem explicar e transformar o mundo que os rodeia. Ou seja, a prática educativa deveria objetivar um novo tipo de pessoa, com personalidade inquisitiva, flexível, criativa, inovadora, tolerante e liberal, que pudesse enfrentar a incerteza e a ambiguidade, através de

um processo de busca, questionamento e construção de significados que poderia ser chamado de "aprender a aprender". Portanto, ao invés de se perguntar o que é que os alunos devem aprender sobre ciência, dever-se-ia perguntar: o que fará os jovens quererem aprender ciência?

Um dos caminhos poderia se dar através do ensino informal. Sendo assim, no próximo capítulo encaminha-se a reflexão e conceituação do ambiente informal de aprendizagem para essa dissertação, os museus e centros de ciências como instituições de educação informal, a necessidade de uma alfabetização em ciências e o papel relevante que estas instituições podem desempenhar nesse sentido e, finalmente, a possibilidade de que nelas o processo de ensino e aprendizagem ocorra de forma efetiva. Apresenta-se também uma revisão bibliográfica sobre os tipos de atividades realizadas nesse contexto de aprendizagem no âmbito do ensino de ciências.

2.2 ENSINO INFORMAL¹

2.2.1 A busca por uma definição teórica

Educar, entre outras coisas, significa criar formas de transcender os espaços ditos escolares, ir além da sala de aula. O saber-conhecer, o aprender, o fazer, o ser e o viver junto acontecem, também, através das experiências vividas, a partir das relações estabelecidas com o mundo. O processo educativo ocorre em diferentes contextos, institucionalizados ou não, sob diversas modalidades e a partir da adoção de diferentes práticas e metodologias que valorizam a participação e interação dos sujeitos, e vem ganhando lugar de destaque na construção do conhecimento.

A educação, enquanto forma de ensino e aprendizagem, é adquirida ao longo da vida dos sujeitos e, segundo a literatura, pode ser dividida em três diferentes formas: educação escolar formal, educação não formal e educação informal. De acordo com Cazelli e Vergara (2007) os autores de língua inglesa usam os termos *informal science education* e *informal science learning* para a educação em ciências que usualmente acontece em lugares como museus de ciência e tecnologia, *science centers*, zoológicos, jardins botânicos, no trabalho,

¹ As principais informações apresentadas nesse capítulo foram organizadas na forma de um artigo intitulado "Visitando, pesquisado, aprendendo e brincando: uma revisão de atividades para o ensino informal de ciências" publicado na Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia - RBECT (SEBASTIANY et al., 2012).

em casa, entre outros. Já os de língua portuguesa subdividem a educação em ciências fora da escola em dois subgrupos: *educação não formal* e *educação informal*.

Ao se aprofundar a pesquisa sobre esses termos, verifica-se a existência de distintas definições apresentadas por pesquisadores da área². A seguir, expõem-se algumas conclusões referentes a essas conceituações, com o propósito de contribuir para reflexões teóricas e empíricas sobre o tema, e então escolher uma definição compatível com a compreensão sobre ensino informal para fins dessa dissertação.

Quanto ao *ensino formal*, existe consenso de que está ligado à instituição escolar, correspondendo a um modelo sistemático e organizado de ensino, estruturado segundo determinadas leis e normas e apresentando um currículo relativamente rígido em termos de objetivos, conteúdo e metodologia, com níveis, graus, programas, currículos e diplomas. No entanto, com relação à definição de *não formal* e *informal*, fica evidente a ausência de significado fixo e uniforme e a falta de uma definição comum desses dois termos, sendo difícil traçar limites claros entre essas práticas.

Segundo Marandino et al. (2003, p.7):

É possível perceber que existe uma busca com objetivo de diferenciar os termos aqui em discussão, onde os critérios ultrapassem uma perspectiva meramente 'administrativa' e que caminhe para uma distinção conceitual. Contudo, verifica-se que diferentes práticas na área da educação formal, não formal e informal são, algumas vezes, colocadas na mesma categoria, evidenciando uma falta de consenso nesse aspecto. O tema da aprendizagem também entra no cenário da discussão como possível elemento diferenciador, assim como o currículo e o espaço físico, não sendo esses, entretanto, critérios consensuais para distinguir os termos em análise.

Assim, por exemplo, as atividades em museus, para autores como Cazelli (2000), Gohn (2006) e Chagas (1993), são um tipo de atividade que se processa em contextos não formais; já para autores como Falk (2001 *apud* Marandino et al., 2003), Wellington (2000 *apud* Soares, 2004), Trilla (1993), Asensio (2001), Lucas (1983), Boekaerts e Minnaert (1999), Gerber, Marek e Cavallo (2001) e Gaspar (1993), esse tipo de atividade enquadra-se dentro de contextos informais.

²Chagas (1993); Ferreira et al. (2003); Benzaquen (2007); Gohn (2006); Soares (2004); Barzano (2003); Marandino et al. (2003); Gaspar (1992, 1993 e 2002); Pérez e Moliní (2004); Yáñez e García (2003); Rojas (2007); Calvo e Stengler (2004), Touriñán (1996); Lucas (1983); Boekaerts e Minnaert (1999); Gerber, Marek e Cavallo (2001); Lucas (1991) *apud* Soares (2004); Wellington (2000) *apud* Soares (2004); Trilla, (1993); Bazani et al. (2008); Cazelli e Vergara (2007); Pinto (2007); Pinto (2005); Ribeiro (2005); Jordan (1993) e Asensio (2001).

Além disso, um dos aspectos destacados como diferenciador desses contextos é o espaço físico, embora, como aponta Smith (1996 *apud* Marandino et al., 2003), este tipo de classificação favoreça a sobreposição e confusão entre informal e não formal. Segundo Chagas (1993), alguns autores designam de informal qualquer tipo de aprendizagem que se processa fora do espaço escolar:

A aprendizagem informal desenvolve-se no dia-a-dia do jovem através de conversas informais entre familiares, colegas e amigos, podendo ocorrer em qualquer lugar. Maarschalk (1988 *apud* Ferreira et al. 2003, p.1).

Nesse sentido, o que diferencia a aprendizagem informal da formal e não formal, seria que essa ação não possui uma intencionalidade educativa, não é estruturada, planejada e organizada, não há fixação de tempos e locais. Alguns exemplos podem ser encontrados nos trabalhos de Afonso (1989 *apud* Benzaquen, 2007), Barzano (2003), Yáñez e García (2003), Cazelli (2000). Tal concepção é coerente com a definição proposta por Wellington (2000 *apud* Soares, 2004), de aprendizagem informal como um modo voluntário de aprendizagem, por vezes acidental, de puro acaso, não avaliável.

Seguindo essa mesma linha de pensamento, podemos citar algumas ideias de Gohn (2006). Essa autora acrescenta que na educação informal, os agentes educadores são os pais, a família em geral, os amigos, os vizinhos, colegas de escola, a igreja paroquial, os meios de comunicação de massa, entre outros. Para a autora, esse processo educativo é demarcado por referência de nacionalidade, localidade, idade, sexo, religião, etnia, entre outros, que opera em ambientes espontâneos, onde as relações sociais se desenvolvem segundo gostos, preferências, ou pertencimentos herdados. Os objetivos desse contexto são os de apenas socializar os indivíduos, desenvolver hábitos, atitudes, comportamentos, modos de pensar e de se expressar no uso da linguagem, segundo valores e crenças de grupos que se frequenta ou que se pertence por herança, desde o nascimento; ou seja, trata-se do processo de socialização dos indivíduos.

A autora menciona ainda que a educação informal é um processo permanente e não organizado: os conhecimentos não são sistematizados e são repassados a partir das práticas e experiência anteriores. Usualmente é o passado orientando o presente, atuando no campo das emoções e sentimentos. E por fim, os resultados não são esperados, eles simplesmente acontecem a partir do desenvolvimento do senso comum nos indivíduos, senso este que orienta suas formas de pensar e agir espontaneamente.

Diante do exposto, fica evidente que, em relação ao ensino de ciências, a educação informal ainda sofre restrições e gera inquietações. As mais comuns se referem à impossibilidade de ensinar e aprender ciências nesses ambientes. De acordo com Gaspar (2002), não é difícil compreender a razão de tais descrenças ou restrições, basta observar atentamente a visita de crianças a um centro de divulgação científica:

Elas correm de um lado para o outro, fixam-se alguns instantes aqui e ali, riem, gritam, assustam-se, aborrecem-se, encantam-se, numa atividade incessante e quase sempre desordenada. Mesmo quando acompanhadas dos pais, professores ou em visitas monitoradas, a dispersão tende a ser muito grande, pois os estímulos são muitos, até mesmo onde se procura dar algum ordenamento lógico ou pedagógico às apresentações, o que não é frequente. (p. 174)

Além disso, há o temor de que os sujeitos, inseridos nesse tipo de contexto de aprendizagem, possam desenvolver ideias que não são aceitas cientificamente, o que poderia impedir a construção do conhecimento concebido como “correto”. Este temor está associado com a concepção de que as nossas ideias estariam “prontas e acabadas”, ou seja, que as mesmas não sofrem modificações. Nesse sentido, Gaspar (2002) aponta uma contribuição importante, de que “não há ideias errôneas, porque não há ideias definitivas. Toda ideia é, ou pode ser, provisória, desde que adequadamente trabalhada”.

Assim, é possível proporcionar aprendizado de conceitos, atitudes e procedimentos vinculados às ciências em instituições de ensino informal, uma vez que “a educação informal é um processo que se prolonga por toda nossa vida e no qual as pessoas adquirem e constroem conhecimentos, habilidades, atitudes e modos de discernimento mediante as experiências diárias e sua relação com o meio em que estão inseridos” (TRILLA, 1993). Para Gaspar (1993), no contexto informal, ensino e aprendizagem ocorrem espontaneamente, sem que, na maioria das vezes, os próprios participantes do processo tenham consciência deles. Acontece na experiência do dia-a-dia, através de jornais, revistas, programas de rádio e televisão, em centros culturais, na visita a um museu, jardins botânicos, zoológico, centro de ciências, feiras, entre outros.

2.2.2 Caracterização de ensino informal

Os dados obtidos até o presente momento reforçam a percepção da inexistência de uma diferenciação comum entre educação formal, não formal e informal tanto na bibliografia quanto entre os profissionais da área. Diante do exposto, torna-se necessário estabelecer

definições e características para diferenciar os conceitos aqui abordados, buscando apresentar uma definição e caracterização para o ensino informal das ciências que corresponda ao ambiente de aprendizagem proposto neste trabalho.

Para tanto, escolheu-se como referencial as discussões sobre contextos de aprendizagens desenvolvidas por Asensio (2001), nas quais esse autor apresenta uma proposta interessante para determinar os aspectos relevantes na distinção entre a aprendizagem em contextos formais e informais. Nessa proposta, existe um conjunto de variáveis que permitem analisar os resultados que se apresentam em ambos os casos de forma mais precisa. Estas variáveis estão relacionadas aos processos de ensino (como, por exemplo, os objetivos de aprendizagem, o conteúdo, a sequência do conteúdo – Quadro 1) e de aprendizagem (como, por exemplo, a motivação, a regulação da aprendizagem e a implicação emocional – Quadro 2).

Quadro 1 – O planejamento do processo de ensino em contextos formais e informais (ASENSIO, 2001)

	APRENDIZAGEM EM CONTEXTOS FORMAIS	APRENDIZAGEM EM CONTEXTOS INFORMAIS
Objetivos	- curriculares - predeterminados (fechados)	- extracurriculares - de livre escolha (abertos)
Conteúdos	*** conceituais ** procedimentais * atitudinais	* conceituais ** procedimentais *** atitudinais
Tipo de conhecimento	+ teórico Acabado/pronto	+ aplicado A ser construído
Sequência dos Conteúdos	- estrutura disciplinar - linear - exógena	- estrutura aberta (multidisciplinar) - não linear - endógena
Tipo de atividade	- estáticas - homogêneas	- flexíveis - diversificadas
Avaliação da aprendizagem	- objetivo: produto - metodologia: quantitativa - avaliação: somativa - somente individual	- objetivo: processo - metodologia: qualitativa - avaliação: formativa - individual, grupal e social

* pouco considerado; ** razoavelmente considerado; ***muito considerado

Nos aspectos relativos ao planejamento de ensino, o autor destaca que as atividades formais costumam ser fechadas enquanto as informais tendem a ser abertas. Quando se inicia uma atividade, ela pode ser realizada em vários lugares e de diversas maneiras, os alunos têm

a sensação de controle, ou seja, são os alunos que decidem os passos seguidos para a realização da atividade. Neste caso, o controle é apenas uma ilusão, já que nos programas informais tudo deve ser planejado. Mas o fato de que os alunos tenham essa ilusão de controle é fundamental para que se sintam agentes do seu próprio processo de aprendizagem e, assim, estimular a sua motivação e seu envolvimento emocional.

Os objetivos de aprendizagem diferem em ambos os casos, pois em contextos formais estes seguem um critério curricular – ligado ao currículo escolar e às disciplinas –, pré-determinado e fechado pelas instituições e centros educativos. No entanto, em contextos informais os critérios não são pré-determinados, mas variam em relação aos centros ou museus, com propostas abertas e extracurriculares, ao estarem vinculadas à lógica da atividade ou situação problema (problema concreto), nas quais o visitante ou o público em geral têm a possibilidade de escolha sobre seus próprios objetivos.

A sequência dos conteúdos, no caso do contexto formal, se caracteriza de forma linear, comum para todos os alunos e determinada externamente (exógena). O desenvolvimento dos conteúdos costuma seguir a estrutura da disciplina de referência. Para o contexto informal, a sequência de aprendizagem segue a dinâmica da própria atividade ou problema proposto. Isto faz com que as sequências dos programas informais sejam multidisciplinares, através das quais se pode realizar diferentes caminhos de aprendizagem (aberta), e o sujeito pode determinar a sequência (endógena), o que lhe dá mais poder e permite que se aproprie melhor da realidade. A sensação que o aluno tem, no contexto formal, é que a lógica da atividade sempre está marcada pelo livro ou pelo professor enquanto, no contexto informal, a lógica é definida pelo quê os próprios alunos consideram necessário para o desenvolvimento da atividade ou resolução do problema proposto, o que também os leva a escolher sobre os próximos conteúdos ou atividades (isto é o que cria a ilusão de aprendizagem orientada pelo aluno, quando, na verdade, em escassas ocasiões, se foge do roteiro).

A seleção dos conteúdos e a forma de trabalhá-los é resultado do exposto anteriormente. No contexto formal os conhecimentos são tratados como prontos e acabados e tendem a ser muito mais teóricos, enquanto no contexto informal se propõe construí-los (e, portanto discuti-los), e estes costumam estar mais orientados para um conhecimento contextualizado e aplicado. Sendo assim, o fato de que nos programas formais os conhecimentos sejam mais teóricos e já estejam prontos e completos implica que os conteúdos conceituais, entendidos como produtos finais, sejam mais considerados se comparados com os

procedimentos e as atitudes. Por outro lado, com relação aos conhecimentos, o aplicado e a ser construído do contexto informal dá mais importância para a metodologia e ideologia com a qual os construímos. Assim apresenta uma maior incidência sobre as atitudes e os procedimentos do que sobre os conteúdos conceituais, ou seja, põe-se mais ênfase no processo de construção e interpretação do conhecimento (ASENSIO, 1994; ASENSIO; POL, 1999). Além disso, quanto à diversificação das atividades de cada programa, nos programas informais existe uma convicção e uma vontade por propor atividades flexíveis e diversificadas, que prendam a curiosidade e o interesse de seus participantes, e abandonar conscientemente a homogeneidade da aprendizagem no contexto formal.

Na avaliação, há diferenças importantes com respeito aos objetivos, à metodologia e às características comuns aos estudos de ambos os contextos de aprendizagem. No contexto formal, os objetivos estão baseados nos resultados finais, a metodologia é mais quantitativa e a valoração de resultados é somativa e quase sempre individual. No contexto informal, os objetivos são mais aplicados, formativos e focados no processo de investigação que o aluno realiza. Utiliza-se uma metodologia qualitativa e os resultados do grupo são mais considerados do que os individuais.

No que se refere ao planejamento do processo de aprendizagem (Quadro 2), já foram apresentados muitos indicadores. Nos últimos anos, criticou-se a escassa conexão estabelecida na aprendizagem em contextos formais com o conhecimento prévio dos alunos, pois na maioria das vezes as aprendizagens são propostas sem explicitar as ideias ou teorias prévias que os alunos têm sobre os conteúdos trabalhados. Como mencionado anteriormente, os contextos informais sempre procuram vincular-se com os conhecimentos e interesses dos alunos. Além disso, no contexto formal, os conhecimentos costumam ser trabalhados de forma compartimentada e fechada, isolados uns dos outros. Em geral, quando um determinado conteúdo é finalizado parte-se para outro distinto sem uma continuidade, enquanto que os programas informais insistem na aplicabilidade, dinamismo e relação entre os conhecimentos.

O ambiente de aprendizagem do contexto formal ocorre na escola, enquanto no contexto informal há diferentes espaços, como os museus, os centros de ciência ou os programas e meios de comunicação, entre outros. A característica dos programas formais é que são realizados no centro educativo, geralmente sem contextualização dos conteúdos, diferentemente do informal, que apresenta maiores oportunidades em aproximar os conteúdos ao seu contexto real e à experiência com objetos e situações próximas, nas quais se

proporciona o conhecimento. As características comuns aos contextos informais, e que apresentam aspectos cruciais para o planejamento de situações de aprendizagem mais atraentes e efetivas, são que o processo de aprendizagem é motivado e regulado pelo próprio sujeito, e condicionado ao uso decisivo dos aspectos motivacionais e emocionais, contrariamente ao que ocorre no processo de aprendizagem em contextos formais.

Quadro 2 – O planejamento do processo de aprendizagem em contextos formais e informais (ASENSIO, 2001)

	APRENDIZAGEM EM CONTEXTOS FORMAIS	APRENDIZAGEM EM CONTEXTOS INFORMAIS
Ativação do conhecimento	- escassa conexão com o conhecimento prévio - concepções pessoais implícitas - conhecimento estanque e inerte	- maior conexão com o conhecimento prévio - concepções pessoais explícitas - conhecimento relacionável e aplicado
Contextualização	- descontextualizado da vida cotidiana e dos conhecimentos sociais significativos	- contextualizado na vida cotidiana e nos conhecimentos sociais significativos
Motivação	- extrínseca não contingente - não explora a curiosidade nem os interesses	- intrínseca e extrínseca contingente - baseada na curiosidade e interesses
Regulação	- externa (dirigida pelo professor)	- interna (dirigida pelos alunos por consenso)
Interação	- predomina uma aprendizagem individual	- ocorrem aprendizagens de caráter individual, grupal e social
Implicação emocional	- conteúdos “frios” - escassa utilização emocional	- conteúdos “quentes” - alta utilização afetiva-emocional
Tomada de consciência	- não é provocada e é escassa	- é buscada de modo direto
Comunicação	- escassos produtos de comunicabilidade	- diversificação de produtos comunicáveis

Além disso, a aprendizagem no contexto formal é considerada como um processo individual. As aprendizagens em contextos informais incluem espaços de negociação dos significados e a interação entre os sujeitos. As discussões como estratégia de trabalho em pequenos grupos, as apresentações dos resultados ao grande grupo e à família e a comunicabilidade dos resultados através de exposições com impacto social são ferramentas que permitem trabalhar em cooperação, mas que também proporcionam a tomada de consciência dos conhecimentos construídos. As atividades de reflexão sobre a própria

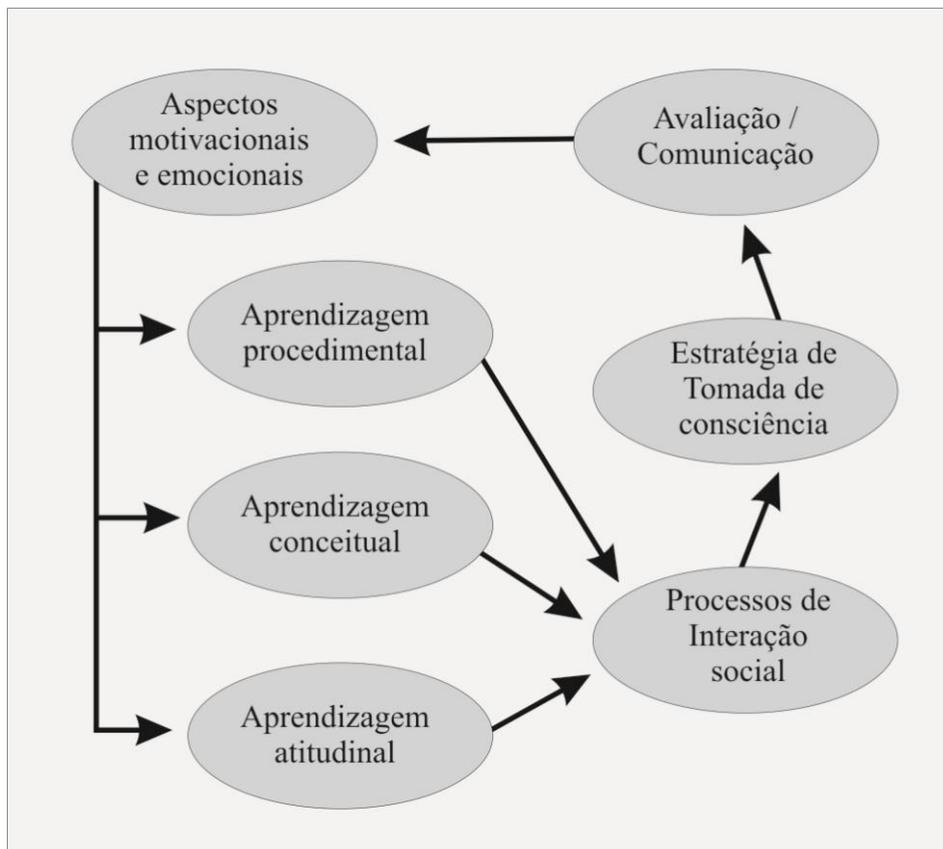
aprendizagem são necessárias para que os alunos se tornem conscientes das suas próprias estratégias de aprendizagem, tanto as de tipo genérico, como as mais específicas. As aprendizagens nos programas informais costumam persistir nos resultados como uma maneira de definir objetivos finais de aprendizagem, através de uma atividade que simbolize os resultados alcançados, mas também como uma ferramenta construída tanto no plano individual como em grupo e que pode ser apresentada aos outros, sejam seus colegas, seus professores, sua família, seus vizinhos ou colegas usuários de internet do outro lado do mundo.

Com relação ao descrito até o momento, uma conclusão importante deste autor, que é o que define a escolha pelo desenvolvimento e aplicação da proposta metodológica em um ambiente de aprendizagem informal, diz respeito às definições sobre o contexto informal, pois essas são confundidas entre o espaço de aplicação e as propostas que orientam o processo de aprendizagem. Há, portanto, uma tendência à consideração ilícita do contexto, entendido em seu sentido físico como variável fundamental diferenciadora entre o formal e o informal, de maneira que a sala de aula entendida como espaço fechado e disciplinar simularia perfeitamente o contexto formal, enquanto os espaços abertos, externos ao ambiente escolar, exemplificariam a área de aplicação do contexto informal. Outra conclusão é que o contexto informal diferencia-se do formal no sentido de que a aprendizagem não é vista como o único objetivo a orientar a atividade, mas sim que esta se inclui num contínuo de lazer ou turismo cultural, modificando sensivelmente a proposta e seus ritmos.

Entretanto, na análise dos objetivos e dos resultados da aprendizagem, em ambos os contextos, o autor aponta uma contradição significativa. O objetivo prioritário dos contextos informais não é necessariamente a aprendizagem, tal e como a entendemos em contextos formais, isto é, como um processo de mudança conceitual forte. No entanto, em determinados casos os resultados mostram que no museu se pode desenvolver uma reestruturação ou mudança forte nas estruturas cognitivas. Encontramo-nos aqui com um paradoxo da aprendizagem, uma diferença entre os objetivos e os resultados da aprendizagem em cada um dos contextos, o formal e o informal. Em Asensio (2001) pode-se encontrar a discussão sobre o paradoxo da aprendizagem informal: o ensino formal tem como objetivo prioritário a aprendizagem (e, portanto, a mudança conceitual) e em muitas ocasiões não a atinge, enquanto o ensino informal, que não tem como objetivo prioritário a aprendizagem, consegue em muitas ocasiões melhores resultados.

Segundo Asensio (2001), os contextos de aprendizagens informais (e também os formais) devem levar em conta que a aprendizagem é um processo cada vez mais complexo, e, portanto, não pode esgotar-se somente em um de seus aspectos, por mais importante que seja – todo o programa deve ser planejado tendo em conta a inclusão de todos os processos básicos implicados numa situação de aprendizagem. Nesse sentido, o autor propõe um modelo onde trabalha com três âmbitos distintos de aprendizagem – procedimental, conceitual e atitudinal – em um sistema que envolve sete processos inter-relacionados e retroalimentados (Figura 1).

Figura 1 – Modelo de processos básicos implicados em cada situação de aprendizagem: o sistema de sete processos (adaptado de ASENSIO; POL, 2002)



Nesse sentido, quando o autor discute a aprendizagem informal, considera, por um lado, toda uma metodologia planejada do processo de ensino e aprendizagem e, por outro, um olhar voltado para contextos educativos que englobam museus, patrimônio histórico, parques naturais, zoológicos, empresas, programas de formação de centros comunitários de bairros, igrejas, televisão, cinema e internet. Sem dicotomizar aprendizagem formal e

informal, o autor trabalha com categorias fluidas que estruturariam os dois tipos de contextos e que podem ser inter-relacionáveis.

Neste modelo, o primeiro ponto a ser considerado são os aspectos motivacionais e emocionais, pois segundo Asensio (2001), para qualquer aprendizagem minimamente complexa e contextualizada, é preciso começar com uma atividade que garanta o envolvimento motivacional e emocional. Posteriormente, deve-se envolver e desenvolver aprendizagens de caráter conceitual, procedimental e atitudinal, diversificar as atividades, possibilitando tanto o trabalho individual como os processos de interação grupal e social, favorecendo as interações do aluno com outros aprendizes e com outros agentes internos e externos. As interações e as próprias atividades de aprendizagem em cada tipo de conteúdo devem incluir ações que facilitem a tomada de consciência das estratégias utilizadas e dos conhecimentos construídos, os quais poderão ser identificados através da avaliação (retroalimentação contingente). Essa avaliação procura sua materialização em diversos resultados que sejam comunicáveis em diferentes situações e que podem ser dirigidos a vários públicos, não só da comunidade escolar, mas também a familiar e social.

O mais importante deste modelo de sete passos é que nenhum dos processos básicos pode ser entendido de maneira isolada, mas sim que existe uma retroalimentação constante entre todos, de modo sistêmico. Qualquer variação em um dos fatores afetará imediatamente os demais, de maneira que a eficácia final do sistema dependerá das complexas interações que se estabeleçam entre todos os aspectos básicos.

2.2.3 Atividades de Ensino Informal

Partindo dessas reflexões, acredita-se que a educação em ciências deveria repensar a ideia da escola como o único espaço educativo (PÉREZ; MOLINÍ, 2004). Afinal, a importância das fontes informais está relacionada com os grandes objetivos preconizados no ensino das ciências e com a noção de que embora a escola seja fundamental, ela é, todavia, limitada, pois é temporária, enfatiza aprendizagens que se desatualizam facilmente e não é exclusiva na vida social de um indivíduo (CANAVARRO, 1999 *apud* SOARES, 2004). Como realça este autor, não podemos esquecer que a educação decorre ao longo da vida e que deve ser um processo dinâmico, que acompanha o indivíduo ao longo da sua existência,

permitindo-lhe acompanhar o desenvolvimento progressivo do conhecimento, as inovações tecnológicas e a mobilidade social a que se está sujeito no mundo atual.

Sendo assim, repensam-se as funções educativas dos museus e centros de ciências. As tendências do ensino de ciências e das propostas pedagógicas presentes nos museus ou centros de ciências deveriam enfatizar o papel da ação do sujeito na aprendizagem, numa lógica investigativa, ativa e problematizadora. Assim, o museu deixaria de ser simplesmente um local a visitar, para passar a ser um local de “vivência experimental”, tão importante como a sala de aula, laboratório ou saída de campo e que, para além de conhecimentos específicos, pode constituir uma fonte de aprendizagem sobre a natureza das ciências e das metodologias científicas.

Alguns autores, como Gaspar (1993) e Gil e Lourenço (1999), realçam como atributos da visita a estes espaços, a liberdade, a espontaneidade, o estímulo das atitudes, em particular a curiosidade, o espírito crítico e a autonomia no aprender, que são na realidade os pontos fortes dos espaços de aprendizagem informal da ciência. Ainda de acordo com Gil e Lourenço (1999, p. 4), “os museus de ciência e tecnologia servem para que os visitantes, após a visita, olhem para o mundo de maneira diferente, vejam coisas que nunca viram e, eventualmente, façam coisas que nunca fizeram porque achavam que não eram capazes. Este é o âmbito dos centros e museus de ciência: a sensibilização para a cultura científica, a remoção de eventuais bloqueios ‘anticientíficos’ e o estímulo das atitudes e dos processos da ciência, em particular a curiosidade e o espírito crítico.” O processo de aprendizagem nos museus e centros de ciência tem características especiais. Realiza-se de forma espontânea, individualizada ou em grupo, e não pode ser imposto, já que cada pessoa possui uma bagagem de conhecimentos, experiências, atitudes e interesses diferentes (HEIN, 1998 *apud* RIBEIRO, 2005).

Simson, Park, e Fernandes (2001) entenderam que nesses locais (feiras de ciências, museus de ciências e tecnologias, parques ecológicos e ambientes virtuais) os alunos aprendem através da prática, da vivência, do fazer, da percepção do objeto de estudo através dos sentidos, além de permitirem aos alunos a prática da vida em grupo. São espaços de aprendizagens, não restritos ao limite da sala de aula, onde ocorre uma relação fechada entre professores e alunos, mas abertos a todas as possibilidades e interações, e possuem características próprias quanto à autonomia na busca do saber em um ambiente capaz de despertar emoções que se tornem aliadas de processos cognitivos dotados de motivações

intrínsecas para a aprendizagem de ciências (POZO; CRESPO, 1998 *apud* QUEIROZ et al., 2002).

A aprendizagem nos museus e centros de ciência interativos é vista, de maneira quase consensual, como um processo marcado por uma enorme liberdade em que o visitante pode movimentar-se circulando pelos espaços, movido apenas pelo seu desejo e curiosidade (COLINVAUX, 2005). Isto porque, ao contrário da instituição escolar, os museus e centros de ciência não têm de lidar com processos de avaliação, e com imperativos de transmissão de conhecimentos – as instituições escolares deverão entender a aprendizagem mais como um processo do que como um produto (FARIA, 2001).

Para Pérez e Moliní (2004), o museu é um verdadeiro lugar de aprendizagem, porém a aprendizagem no museu não pode reduzir-se à simples aquisição de conhecimentos fáticos ou eventuais. Gardner (1991 *apud* Chagas 1993) propõe de forma radical que os alunos passem a aprender nos museus, em particular nos museus da criança³. O principal argumento apresentado em favor desta proposta é que os ambientes de aprendizagem possibilitados por estas instituições são de uma riqueza e diversidade que os aproxima dos ambientes naturais onde a criança, espontaneamente, cria o seu próprio conhecimento. Os ambientes criados pela escola, pelo contrário, afastam-se dos interesses da criança por serem limitativos, artificiais e descontextualizados. Este autor explica que os museus de ciência e os museus da criança se tornaram locais escolhidos para a realização de exposições e o desenvolvimento de atividades sobre assuntos especialmente significativos para os jovens, uma vez que legitimamente os motivam e animam.

Este tipo de atividade permite que a aprendizagem do aluno⁴ aconteça de um modo natural, isto é, que a aprendizagem seja orientada por seu interesse e curiosidade. Para que isso se torne possível é essencial que as atividades sejam cuidadosamente planejadas e que os alunos se envolvam, sempre que possível, na identificação, formulação e resolução de problemas, que incluam atividades de observação, experimentação, registro e atividade reflexiva (FREITAS, 1999 *apud* RIBEIRO, 2005).

³ Os museus da criança caracterizam-se como espaços totalmente interativos, assim todo o seu acervo pode ser manuseado e tocado, já que não possuem acervo a ser preservado. Em função desta especificidade e de seu público infantil, em idade escolar ou não, os museus da criança enriquecem o processo ensino-aprendizagem através do uso e da conscientização do objeto cultural como fonte primária de ensino, integrando de modo especial museu e escolas.

⁴ Entende-se aluno, neste contexto, como qualquer sujeito aprendiz.

Além disso, os museus podem contribuir para a formação científica dos jovens de uma forma que a escola usualmente não oferece. Os museus desempenham assim, segundo Proctor (1973 *apud* Chagas, 1993), uma dupla função, que consiste em estimular a curiosidade do visitante e em despertar-lhe o gosto pela investigação pessoal, seguindo metodologias próprias que utilizam montagens científicas de diversos tipos e recorrendo a meios audiovisuais de variados níveis de sofisticação. Além disso, a exposição científica ampla, interativa, capaz de criar um ambiente rico de estímulos e interações sociais, são aspectos que na opinião de Semper (1990) e Diamond (1986) são os mais promissores em termos de aprendizagem informal de ciências.

Um povo culto não é aquele que passa apenas algumas horas diárias numa sala de aula, via de regra despojada de qualquer outro equipamento que não carteiras e quadro-negro. É necessário que ele viva num ambiente permeado de estímulos culturais, que no pátio de sua escola, nas ruas e praças de sua cidade ele se encontre com a história e as conquistas de seus semelhantes e, nesse sentido, a contribuição de instituições como os centros de ciências nos parece indispensável. (GASPAR, 1992, p. 162)

No decurso das visitas os alunos podem observar, selecionar, analisar, simular, manipular, experimentar e desenhar, utilizando uma multiplicidade de recursos: modelos, réplicas, meios audiovisuais, equipamento informático, material impresso (textos, ilustrações). Paralelamente, desenvolvem-se outras atividades: oficinas de trabalho, conferências, mesas redondas, cursos de formação, entre outras.

No âmbito dos conhecimentos procedimentais, os museus com estas características contribuem para o desenvolvimento de habilidades manipulativas, destrezas manuais, coordenação motora e visual, entre outros. Porém, talvez seja no domínio afetivo onde têm maior influência (CUESTA et al., 2000). Nesse sentido, estes ambientes compreendem o desenvolvimento de interesses relacionados com a motivação, o desejo de aprender, a criatividade, enfim, valores importantes para a aprendizagem, tanto formal como informal, e que não são considerados, ou são menos explícitos, no ensino formal.

2.2.3.1 Complementar a escola

Mesmo tendo reconhecido valor por parte de especialistas em Ensino de Ciências, as pesquisas realizadas nesses contextos de aprendizagem apontam que os espaços fora do ambiente escolar – centros e feiras de ciências, museus – são utilizados como recursos pedagógicos complementares às carências da escola – como, por exemplo, a falta de

infraestrutura física e recursos pedagógicos que permitam um ensino experimental das ciências –, além de contribuir para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa, na medida em que, na escola, os professores poderiam rever o conteúdo inicialmente abordado em exposições, vinculando o ensino formal com o informal (VIEIRA; BIANCONI; DIAS, 2005; CORSINI; ARAÚJO, 2007). Outros autores, como Gaspar (1993), Pérez e Moliní (2004), Oliveira e Moura (2005), Santos e Matela (2005), e Pinto (2007), também apontam que a educação formal, escolar, tem sido complementada ou acrescida de uma educação não formal e informal, extraescolar, que tem de certa forma oferecido à sociedade o que a escola não oferece.

2.2.3.1.1 Integrando museu e escola

Uma prática que vem crescendo nos últimos anos são as ações desenvolvidas entre museu e escola, as quais buscam promover a divulgação em ciências por meio da integração de espaços formais (escola) e não formais e informais (museus, centros de ciências, entre outros), sob forma de uma série de atividades, tais como: exibição de filme/documentário; percorrer o acervo do museu, acompanhado de um monitor; participação nos experimentos interativos (VIANA et al., 2009). Assim, os alunos são incentivados a explorar os espaços com autonomia e liberdade, fazendo suas escolhas sobre os objetos ou modelos que desejam manipular, sobre as informações que queiram ou não aprofundar, sobre a forma de disposição dos grupos no espaço físico, entre outros. Segundo Marandino (2001), os alunos, ao interagirem em pequenos grupos, trocam experiências, fazem tentativas e comentários sobre o ocorrido, confrontam informações, discordam ou se questionam, provocando uns aos outros, tendo como mediador dessas relações os objetos e modelos das exposições.

Essa integração entre diferentes contextos, segundo Ferreira et al. (2003), promove o interesse (gosto) e a aprendizagem das Ciências Naturais – os alunos aprendem quando realizam atividades diversificadas, significativas e familiares, por estarem relacionadas ao seu cotidiano. Estas atividades, baseadas em estratégias centradas no aluno, envolvem abordagens práticas e investigativas, simulações, visitas de estudo e saídas de campo, algumas delas implicando o contato direto dos alunos com a comunidade.

Um exemplo disso é o trabalho de Freitas e Martins (2005), que realizaram uma visita de estudo a um Planetário, com o objetivo de identificar se esse espaço de aprendizagem

contribui para que os alunos envolvidos (re)construam as suas concepções sobre uma temática específica, qual o impacto dessa visita na motivação desses alunos e qual a importância da utilização, em sala de aula, de recursos didáticos exploradores da visita na (re)construção e consolidação dos conhecimentos dos alunos.

Segundo os autores citados, as visitas de estudo a museus e centros de ciência aumentam e enriquecem os currículos escolares. Através delas, os estudantes podem aprender ciência mais e melhor (PRICE; HEIN, 1991; FERREIRA et al., 2003). No entanto, investigadores como Guisasola et al. (2005) questionam a utilização desse tipo de atividades exploradoras – isto é, atividades pós-visita aplicadas em situação formal –, defendendo a necessidade de planejar materiais para visitas a museus, que integrem os diferentes contextos de aprendizagem e que estimulem o interesse e a curiosidade dos estudantes, a fim de promover uma aprendizagem mais autônoma mediante trabalho de grupo orientado pelo professor.

Nesse sentido, Allard e Boucher (1991 *apud* PÉREZ; MOLINÍ, 2004), desenvolveram um modelo de utilização dos museus com fins educativos, potenciando a colaboração entre a escola e o museu. É um modelo baseado num enfoque do objeto museográfico desde três perspectivas (interrogação, observação e apropriação) articuladas num processo de investigação (formulação de questões, coleta de dados, análises e sínteses) que são realizadas em três etapas sucessivas (preparação, realização e prolongamento) correspondentes a três momentos diferentes (antes, durante e depois da visita ao museu) e em dois espaços (escola e museu). Segundo Pérez e Moliní (2004), a grande vantagem deste modelo reside na união do museu e da escola em um mesmo processo pedagógico, ou seja, não opõe as duas instituições, mas as reúne.

Outro exemplo de integração museu-escola é o projeto interdisciplinar de Oliveira e Moura (2005), o qual foi desenvolvido em uma viagem de trem ao litoral do Espírito Santo. A intenção era explorar dois ambientes informais de aprendizagem (a estrada de ferro e suas paisagens físicas, humanas, sociais e o ecossistema marinho) para o desenvolvimento de conteúdos de duas disciplinas (Biologia e Geografia), complementando o espaço formal – a escola – e interagindo com ele para um melhor trabalho educativo. De acordo com os autores, nesses dois ambientes, pôde-se constatar um alto índice de interesse e de absorção do conhecimento de forma lúdica e eficiente. Concluíram ser possível aprimorar a fonte de conhecimentos para os estudantes, levando-os para a realidade local, redirecionando-os de

uma condição de mero espectador em um conhecimento abstrato para um ator que está interagindo com a condição do conhecimento real.

Por último, podemos citar o estudo de Santos e Matela (2005), que procurou identificar se os museus são auxiliares para os professores, no processo de ensino e aprendizagem, e se as visitas a museus de ciência ajudam ao ensino das ciências e à compreensão por parte dos alunos de conceitos e procedimentos científicos. O estudo foi realizado em um museu interativo, que apresentava uma grande diversidade de módulos. Os autores destacam que é importante que o professor utilize estes meios para explorar as concepções dos alunos, traçando o caminho para chegarem a conceitos, complementando os trabalhos de sala de aula com as visitas a centros de ciência.

Sendo assim, concorda-se com Pinto (2007), que o elevado potencial científico e pedagógico destas instituições deve ser aproveitado pelos agentes educativos como instrumento privilegiado de complemento curricular, incluindo-os explicitamente na prática educativa, na planificação e implementação das suas atividades didáticas, tanto em direta relação com os conteúdos programáticos, como numa perspectiva interdisciplinar e de enriquecimento pessoal dos alunos.

2.2.3.1.2 Atendimento escolar

Outro tipo de prática são as que ocorrem em um museu de ciências com a interação entre alunos, professores e monitores, conhecida por atendimento escolar. Segundo Rocha (2007), esses ambientes têm o desafio de trabalhar conceitos de forma crítica, estimular o debate e não transformar a visita ao museu em mais uma “aula” como ocorre no ambiente escolar. As atividades realizadas neste tipo de museu propiciam uma interação didática e pedagógica entre este público e o acervo do museu, com apoio e monitoria de professores e estudantes que compõem um corpo de trabalho na atividade de mediação. Essa mediação torna o espaço expositivo em um ambiente de diálogo, confronto de ideias, momento de reflexão e, longe de objetivar a reprodução das aulas de educação formal, procura dialogar com o visitante a fim de que suas concepções a respeito dos temas sejam levadas em consideração. Dentre as atividades, existem experimentos demonstrativos e interativos, além da visita dialogada, em que se dá o contato com acervos de objetos reais e de simulações audiovisuais, que procuram reproduzir fenômenos naturais e tecnológicos.

Gaspar (1993) desenvolveu um amplo espectro de atividades em um centro interdisciplinar de ciências, tais como: demonstrações e experiências realizadas pelo centro; demonstrações e experiências realizadas pelos visitantes (professores, alunos e população em geral); elaboração e empréstimo de material experimental (kits) para realização de demonstrações e experiências fora do centro; criação de pequenos viveiros; infraestrutura de apoio (equipamentos, material, textos, entre outros) a professores e alunos para realização de projetos e pesquisas; promoção de exposições e feiras de ciências; promoção de cursos de caráter introdutório aos mais variados ramos da ciência (eletrônica, computação, astronomia, entre outras); consulta e empréstimo de livros, revistas; exibição de filmes, slides, e outros. Para o autor, as atividades que pareciam mais importantes eram aquelas que envolviam, direta ou indiretamente, os professores de ciências. Acreditava que um centro de ciências localizado junto às escolas, a professores e alunos, levando recursos, apoio, assessoria e motivação, poderia estimular e até mesmo estabelecer a prática da experimentação como procedimento didático rotineiro nessas escolas. Sendo assim, as instalações do centro eram oferecidas para realização de visitas, trabalhos em grupo, realização de projetos e apoio ao professor no planejamento, preparação de aulas experimentais, empréstimos de equipamento, entre outros.

No entanto, a resposta a essa iniciativa foi pequena, devido à ausência dos professores. O pesquisador procurou, então, ir ao encontro destes, realizando um programa de visitas às escolas, levando parte do equipamento e montando uma pequena exposição por um dia. A situação, porém pouco se alterou: o professor continuou a não utilizar as instalações do centro para o desempenho do seu trabalho. Em relação a atividades extraescolares, entretanto, a situação era diferente. A presença do pesquisador era solicitada em todas as feiras de ciências, tanto diretamente, através dos próprios experimentos, como indiretamente, através do auxílio na construção de montagens experimentais. As visitas de classes ao centro eram sempre solicitadas e muitos alunos visitavam-no em grupos, por recomendação de seus professores, mas com uma agenda livre para ver o que quisessem, sem qualquer cobrança. Isto levou, gradativamente, a uma reformulação da exposição: de montagens planejadas, dirigidas a atividades experimentais, ligadas aos programas escolares de ciências, para outras voltadas mais ao lúdico e motivacional. Percebeu-se que o aluno que visitava o centro não queria encontrar ali uma continuação de sua escola, mas aquilo que a escola não podia oferecer, tanto na forma como no conteúdo. Aos poucos, o objetivo de influir no ensino escolar, induzindo direta ou indiretamente os professores a desenvolver uma prática experimental em suas aulas de ciências, foi sendo deixado de lado, em favor de uma postura extraescolar. Ou seja, o perfil

do ambiente já era outro: centrado na exposição, assumia um caráter de instituição extraescolar voltada à educação informal.

2.2.3.1.3 Visitas agendadas e orientadas

Seguindo nessa mesma perspectiva, de complemento ao ensino formal, podemos citar as visitas orientadas – visando à motivação e ao aprendizado de conceitos básicos de ciências –, as quais são realizadas com maior frequência e se constituem de três momentos: aquele que antecede a chegada, a visita e o retorno à sala de aula. De acordo com Colombo Jr., Aroca e Silva (2009) as principais atividades durante a visita envolvem no mínimo uma palestra, vídeo ou documentário educacional, uma descrição das instalações e um “passeio interno”, além de programações educativas, como olimpíadas de ciências, minicursos, plantões de dúvidas (auxiliando os estudantes), visitas científicas monitoradas às exposições, capacitação para professores, entre outras. É neste ambiente que ocorre uma maior interação entre os alunos, seus colegas e os professores, provocando discussões e curiosidades acerca do exposto.

Meira e Germano (2005) realizaram uma atividade, na qual parte da turma ficava no auditório assistindo a um vídeo educativo relacionado com a produção, distribuição e uso racional de energia ou alguma palestra, enquanto o restante participava da exposição no outro ambiente. Depois, a outra parte da turma dirigia-se ao ambiente de exposição enquanto o restante seguia para sala de vídeo. Considerando a vastidão dos conteúdos e o pouco tempo disponível, durante as exposições procurou-se seguir um rigoroso cronograma e divisão sistemática do tempo de modo que possibilitasse discutir sobre todos os experimentos. Tais exposições, além de incentivar questionamentos e respostas entre os estudantes também procuraram envolver os participantes em atividades lúdicas e divertidas. No entanto, também há experimentos apenas demonstrativos, outros expostos, ou seja, eram exposições onde os alunos apenas observavam. Ao final era realizada uma conversa sobre os conceitos científicos envolvidos nos mesmos. Segundo esses autores, no que se refere às escolas, essa forma de visitação é muito importante para despertar o interesse dos estudantes por assuntos de ciência e motivar estudos mais aprofundados daquilo que foi visto de forma rápida e informal durante a visitação.

Silva e Carneiro (2003) realizaram um estudo no museu de Anatomia Humana para verificar as formas como a exposição relacionava-se e comunicava-se com o visitante

(atuação do público *versus* atuação dos monitores), observando a exposição, monitores, professores e alunos na hora da visita. A observação formal teve como meta identificar perguntas de interesse mais frequentes durante o momento da visitação, o percurso seguido pelos visitantes, o percurso sugerido pelos monitores, enfim, descrever como foi realizada a visita, principalmente no que tange à transmissão do conhecimento científico. Nesse museu, a atuação dos monitores consistia na principal forma de comunicação dentro do espaço expositivo, uma vez que as informações contidas nas etiquetas são restritas, sem apelo à participação dos visitantes.

Calvo e Stengler (2004) realizaram uma atividade em um museu de ciências, o qual apresenta uma simulação do sistema solar, exposições e diferentes módulos. As atividades que são desenvolvidas nesse espaço, especificamente, são as demonstrações: nelas os princípios científicos ou tecnológicos se transmitem através de experimentos realizados frente ao público, como um espetáculo. Os monitores vão expondo uma linha narrativa salpicada de experimentos, para a realização dos quais vão solicitando voluntários e colaboradores dentre os presentes. Fazem-se perguntas que são aproveitadas para seguir sua linha argumental. Esta linha, ainda que não muito rigorosa, consegue a comunicação com o público. Além disso, são realizados acampamentos astronômicos, nos quais os alunos pernoitam no centro, participando de diversas atividades em torno dos conteúdos do museu e de observações astronômicas; salão de atos, aos domingos, onde se realiza o cinema fórum, com a projeção de um filme de ficção científica e um posterior debate, uma maneira curiosa e divertida de familiarizar-se com a ciência que “intervém” no cinema; planetário, que conta com diferentes programas; e o turismo cósmico, que consiste na reprodução de três objetos diferentes do sistema solar (Marte, Júpiter e um cometa).

Para um melhor aproveitamento, Calvo e Stengler (2004) propuseram a elaboração de um caderno de trabalho para o aluno, no qual, através de fichas, são apresentadas atividades para trabalhar antes, durante ou depois da visita. Além disso, estabeleceram rotas – por exemplo, a rota da água ou a rota ambiental. Nestas rotas, o corpo discente trabalha só determinados módulos, ainda que possa desfrutar de todo museu. Nenhum módulo integrante de uma mesma rota é similar a outro, para evitar um trabalho monótono. Os autores também elaboraram o guia para o professor de cada uma destas rotas. No trabalho realizado, os alunos foram organizados em pequenos grupos e cada um trabalhou em um módulo diferente: analisavam a informação oferecida, a qual foi adaptada a um nível concreto de educação primária e elaboraram uma atividade para realizar posteriormente em sala de aula com relação

a dito módulo. Todo este trabalho, exposto depois em aula, desencadeou discussões nas quais surgiram valorações e contribuições sugestivas e interessantes.

Segundo Rojas (2007), os museus do Banco Central da Costa Rica se baseiam nas teorias da aprendizagem para oferecer diversas propostas tanto nas exposições como nos programas oferecidos ao público. Nestes programas é enviada à escola uma folha de pré-visita, com o objetivo de preparar os estudantes antes da sua chegada ao museu. Além disso, realiza-se uma visita, na qual se utiliza uma dinâmica de perguntas e respostas para promover a socialização do conhecimento, e os estudantes são motivados a observar e explorar manualmente os objetos da exposição, para reconhecer suas características, o material de que são feitos, o contexto no qual foram utilizados, entre outros aspectos.

Neste processo, os estudantes retomam os conhecimentos prévios, contrastando-os com os de seus colegas e com as novas informações obtidas da exposição, enriquecendo ou fortalecendo suas hipóteses ou descartando-as. Trata-se então de contribuir para o desenvolvimento nos estudantes da observação crítica, da análise, da comparação e da dedução, bem como de outras habilidades. Para concluir o processo, oferece-se um roteiro, no qual os estudantes podem pôr em prática alguns dos conhecimentos aprendidos durante a visita. Os programas também oferecem folhetos didáticos nos quais se faz um resumo da informação trabalhada com os estudantes. Este material se constitui como uma das sugestões de pós-visita que são oferecidas ao docente para que, mediante atividades de investigação, sejam retomados em aula alguns conceitos aprendidos.

Segundo Meurer e Steffani (2009) essas atividades também podem ser oferecidas como objetos educacionais informatizados na forma de jogo – o jogo, além de abordar conteúdos, estimula o fator lúdico na aprendizagem. Assim, objetos dessa natureza atraem e divertem enquanto educam tanto crianças quanto adultos. E o jogo, que alia o conteúdo com o aspecto lúdico, revela-se capaz de despertar nos estudantes o interesse pela ciência e auxiliá-los na autoaprendizagem e na construção do conhecimento através da interação.

2.2.3.2. Oficinas e Módulos Experimentais

Além das atividades em ambientes informais já descritas, também se pode destacar as oficinas e as exposições constituídas de módulos interativos e experimentais, elaboradas especificamente para demonstrar ou simular um fenômeno científico, por meio das quais os

estudantes estabelecem exploração visual, auditiva e tátil. Consistem em um espaço de ensino e de aprendizagem como uma forma de levar a ciência ao conhecimento do público e estimular os sentidos e a percepção do visitante. As sensações provocadas durante o desenvolvimento das atividades buscam envolver o visitante emocional e afetivamente, por meio do estímulo à reflexão e ao interesse pelos assuntos abordados, privilegiando o aspecto lúdico, a interatividade, a participação, a experimentação, a criatividade e a abordagem construtivista na apropriação do conhecimento (ROCHA; LEMOS; SCHALL, 2010).

Imbernon et al. (2009) mostram que as atividades propostas durante a realização de oficinas permitem ao aluno o desenvolvimento de habilidades, visto que cabe a ele levantar hipóteses, proceder ao registro individual escrito e colocar esses registros aos outros alunos para elaboração de um registro coletivo negociado, através da expressão oral e da argumentação.

Segundo Pereira, Chinelli e Silva (2008), Rosalem, Silva e Peña (2008) e Lozada, Araújo e Guzzo (2006), esses módulos podem ser desenvolvidos através de uma exposição itinerante – portátil –, possibilitando sua realização tanto no museu ou centro de ciências como nas escolas. A exposição é apresentada por meio de atividades de maneira interativa, experimental e lúdica, tendo por objetivo proporcionar aos participantes a construção de conhecimentos, através do impacto das atividades experimentais com suas concepções, bem como despertar no sujeito o interesse e gosto pela ciência. Além de contribuir para a divulgação do conhecimento científico e tecnológico à população, essas atividades estimulam as escolas a utilizar a experimentação no ensino de ciências. Como exemplo, Stuchi e Bejarano (2003) desenvolveram uma atividade no âmbito do projeto Caminhão com Ciência da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), projeto de divulgação científica em que se realizam exposições científicas itinerantes na região sul da Bahia. Essa atividade tem o objetivo de realizar experimentos, jogos, demonstrações e brincadeiras envolvendo aspectos diversos do conhecimento científico em exposições abertas ao público.

Nesse trabalho, os autores analisaram as interações sociais em torno do experimento Paradoxo Mecânico, com o objetivo de aprimorar o próprio experimento, aperfeiçoar a formação dos monitores para as exposições e avaliar sua capacidade de gerar situações que contribuam efetivamente para a alfabetização científica da população que visita as exposições. De acordo com os autores, ao alfabetizar cientificamente estão provendo instrumentos importantes para o ensino de ciências, por tentarem transformar o conhecimento em algo

visível, palpável e atrativo, além de incentivar o interesse pela descoberta e análise do universo científico. Nesse contexto, assim como na maioria dos museus e centros espalhados pelo mundo, as pessoas podem mexer nos experimentos na medida do possível, colocando-os em funcionamento. Esse modelo, intitulado “*hands on*”, é usado para estimular a curiosidade e a compreensão de conceitos científicos pelos visitantes. Além disso, é percebido que as atividades experimentais ocupam um papel relevante num ensino que busca proporcionar condições para que o sujeito construa seu conhecimento, colocando em conflito suas ideias prévias a partir do que observa em situações experimentais, contando com a mediação (uso da linguagem) dos outros (visitantes, monitores ou professores).

Costa e Dorrió (2010) destacam a importância da utilização das “*atividades manipulativas*” tanto na educação formal como na informal. Essas atividades de caráter manipulativo, fora do âmbito acadêmico, apresentam seu contexto natural nos museus e centros de ciências, caracterizando-se em um espaço de interação e cooperação entre os participantes, com tarefas próximas às que realizam os cientistas, de forma orientada pelo professor, buscando que os estudantes nelas se envolvam de forma ativa, reflexiva e voluntária. Desta forma, a aprendizagem tende a se tornar mais significativa, pois suscita o interesse, promove uma atitude crítica, estimula a curiosidade pelo meio que nos rodeia e valoriza a interação entre as diversas áreas de conhecimento, com ações que na maioria dos casos têm resultados observáveis, sendo por isso possível compreender os fundamentos científicos por trás delas (WILLIAMS, 1990; DORRÍO, 2006; DORRÍO, 2008). Os alunos neste tipo de contextos informais experimentam excitação, interesse e motivação por aprender; recordam e usam conceitos, explicações, argumentos, modelos e fatos relacionados com a ciência; manipulam, exploram, praticam, observam fenômenos do mundo físico; reconhecem a ciência como uma forma de conhecimento; e participam coletivamente em processos de aprendizagem empregando as ferramentas e a linguagem apropriada.

Os autores explicitam que já realizam ações nesse sentido há alguns anos, através da rede “*Hands-on Science*”, sendo que a metodologia pedagógica está baseada no “aprender fazendo”. Para isso, constroem domínios web interativos, ferramentas de simulação virtual e laboratórios on-line de acesso livre, módulos educativos experimentais e material de apoio de diferentes níveis de complexidade. Esta rede produziu e difundiu livros de texto e relatórios, incluindo versões eletrônicas interativas, em diversos idiomas.

Segundo Dorrío e Vieites (2007), essas atividades podem servir como uma ferramenta de apoio ao trabalho que se realiza na sala de aula e apresentam importantes vantagens. Entre elas podemos destacar que: aumentam a compreensão de fenômenos científicos e tecnológicos; desenvolvem atitudes mais favoráveis em relação à ciência; mostram a utilidade da ciência e da tecnologia; constituem uma importante fonte de motivação; incidem no caráter experimental da ciência e sua relação com a vida cotidiana; reforçam as habilidades criativas; estabelecem vínculos entre o formalismo científico e a realidade; permitem introduzir certa perspectiva histórica no processo de ensino e aprendizagem; e mostram a aplicabilidade do trabalho experimental.

Züge, Barros e Iramina (2006) realizaram uma atividade de ensino informal no museu Dinâmico Interdisciplinar da Universidade Estadual de Maringá (UEM) através de experimentos interativos e demonstrativos, com explicação de monitores. Segundo os autores, o museu pode auxiliar o aluno a estabelecer a relação entre os conceitos espontâneos – originários de uma aprendizagem informal, relacionados às experiências do cotidiano – e os conceitos científicos apresentados pelos professores em sala, ou beneficiar-se mais tarde nas aulas lembrando a apresentação.

Segundo Delicio, Gandini e Nunes (2007), o Museu de Ciência e Técnica da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto oferece atividades interativas educativas que possibilitam aos diversos tipos de público deste museu a aproximação da ciência com a realidade do seu meio. Seu principal objetivo é desenvolver e oferecer um programa anual de atividades diversificadas, desenvolvidas para vários tipos de visitantes do museu, apresentando características específicas para cada tipo de público. As atividades oferecidas pelo museu são: um programa de atendimento ao público visitante, privilegiando o visitante–estudante e professores de todos os níveis de ensino, realizando atividades nos ambientes didáticos; a utilização do acervo do museu, que possibilita a interação entre o público visitante e principalmente estudantes com as peças e amostras deste acervo; oferecimento de cursos de formação continuada para professores, apresentando novas metodologias para o ensino de ciências; oferecimento de oficinas; emprego destes espaços educativos nas atividades de ensino dos cursos de graduação de diversas instituições de ensino superior; capacitação de funcionários, monitores e guias turísticos fazendo uso destes espaços educativos.

Quase todos os diversos setores do museu são contemplados com atividades práticas e experimentais que são desenvolvidas no laboratório didático de ensino de ciências (espaço

multimídia e interativo), onde os visitantes podem manusear parte do acervo do museu. Essas atividades interativas são realizadas pelo público normalmente acompanhado de monitores. Assim, a partir deste tipo de ação está sendo possível mais do que transmitir conhecimento, despertar interesse pela ciência, incentivando a constante busca de informações, o que leva ao desenvolvimento integral dos indivíduos envolvidos neste processo. Outro aspecto relevante destas ações é o fato de que, por meio da dinamização na utilização do acervo do museu, há o fortalecimento desta instituição no sentido de promover a expansão e melhoria da qualidade de ensino das ciências, em todos os níveis, abrangendo tanto uma atuação de educação formal como informal no processo de ensino e aprendizagem, propiciando dessa forma a popularização da cultura científico e tecnológica.

Rocha, Lemos e Schall (2007) descrevem uma atividade realizada em um museu, o Museu da Vida – um departamento da Casa de Oswaldo Cruz – FIOCRUZ, que tem como missão divulgar e educar em ciência a partir de ações que valorizam a interatividade e a mediação em suas exposições. Deste modo, o museu oferece atividades ao público, abordando variados temas científicos e utilizando diferentes estratégias. As atividades, desenvolvidas nos seus espaços de visita envolvem aparatos interativos, oficinas, jogos, painéis expositivos, peças teatrais, entre outros recursos. A mediação cultural é um elemento importante para o atendimento, sendo privilegiada desde o momento da concepção e planejamento das atividades e, inclusive, na avaliação das mesmas. Por meio da mediação é possível potencializar as relações entre os conteúdos científicos específicos e o significado destes para os jovens, de modo que contribuam para sua aprendizagem, tendo o cuidado de não estabelecer dependência completa da mediação, aspecto mais característico da escola, principal contexto de educação formal. A mediação, mesmo sendo um tema em debate, para muitos elaboradores de exposições ainda representa a forma encontrada para proporcionar aprendizado quando são estabelecidos objetivos educacionais bem definidos para uma exposição.

De acordo com os autores, a expectativa do visitante em relação ao museu é um fator importante no processo de aprendizagem que estes espaços podem proporcionar. Conhecer o que o visitante sabe sobre o museu, o que espera encontrar na visita e como a mediação influencia no alcance destas expectativas parece ser um elemento de grande contribuição para a elaboração de novas exposições e atividades educativas. Outro fator importante é a comunicação com o público, a qual ocorre por meio de exposições que buscam motivá-lo e envolvê-lo emocional e intelectualmente.

2.2.4 Outras reflexões

Chinelli e Aguiar (2009), ao realizar uma análise das exposições de museus e centros de ciências cujas propostas educativas buscam a interatividade entre os equipamentos expostos e o público, constataram que a maioria dos equipamentos interativos foram considerados adequados à realização de experimentos, e uma minoria são demonstrações do tipo “aperte o botão”, modelos e jogos. Quanto à experimentação, verificaram que parte significativa dos experimentos traz painéis que orientam de maneira sucinta como usar o equipamento e que explicam brevemente os fenômenos que resultam da manipulação, e em outros não há informações sobre como manipular o equipamento exposto. Nestes, monitores orientavam a realização do experimento e forneciam explicações sobre os fenômenos observados. Outros ainda, não orientam sobre alguma forma de manipulá-los e mostram-se difíceis para a abordagem espontânea, sem que haja monitores para estimular e orientar a manipulação. Quanto ao envolvimento dos experimentos em algum contexto de significação (pesquisa científica, história do conhecimento, tecnologias, vida cotidiana, ou outro), perceberam que em poucos experimentos o monitor apresentou um contexto em que este se aplica e que fazem parte de exposições temáticas e estão relacionados ao tema. De maneira geral, quase que em sua totalidade, os experimentos não estavam relacionados a um contexto que lhes conferisse significado e são manipulados com curiosidade, mas sem reflexão.

No entanto, Stuchi e Ferreira (2003) apontam que existem trabalhos desenvolvidos nesses espaços de aprendizagem que não buscam a interatividade, os visitantes apenas visualizam a exposição dos experimentos e escutam a explicação do monitor, e a partir disso é proposto que os alunos assistam uma simulação de uma situação problema em um programa computacional, no qual deveriam utilizar os conceitos científicos aprendidos durante a exposição dos experimentos para a sua resolução.

Cabe destacar que a maioria dos museus e centros de ciências atuais utilizam tecnologias de ponta, com ênfase na participação “criativa” do visitante, ao facilitar uma experiência definida por ele mesmo, escolhida entre várias opções. O grau de participação do visitante é intenso e ele possui independência para interagir com quaisquer aparatos. Segundo Soares (2010), o Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (MCT-PUCRS) é um exemplo, pois apresenta experimentos interativos,

multimeios diversos, dioramas⁵, coleções científicas, aparelhos e materiais, laboratórios e grande número de outras atrações. Além disso, existem monitores disponíveis para orientar e fornecer explicações acerca dos inúmeros experimentos presentes no local. Neste sentido, tornou-se um espaço de grande riqueza e diversidade para complementar a educação científica desenvolvida nas escolas da Região Sul do Brasil e para a popularização da ciência e tecnologia no contexto em que se insere.

2.2.5 A modo de síntese

De maneira geral, pode-se concluir que na maioria dos museus e centros de ciências são oferecidas atividades de caráter experimental interativo – sujeito e objeto – sob duas formas: equipamentos, experimentos do tipo “aperte o botão” e experimentos em que o visitante toca e participa da demonstração do fenômeno envolvido. Além disso, os monitores auxiliam o aluno a compreender o funcionamento do aparelho. As atividades no museu atraem, mobilizam e despertam o interesse no aluno porque não são impostas, mas resultam de uma alternativa do aprendiz (CARVALHO; ARRUDA, 2008; CARVALHO, 2009). Segundo Freitas et al. (2010), esses espaços têm como foco central a temática dos fenômenos e conceitos científicos e a importância da comunicação entre o visitante e a exposição, quando está composta por equipamentos que proporcionam maior interatividade e também que visam aumentar a interação do sujeito com o objeto através do aprender fazendo. Assim, o visitante tem a oportunidade de construir conceitos científicos a partir do seu próprio conhecimento e interage com o mediador enquanto realiza as etapas das atividades práticas propostas.

Nesse sentido, quando institucionalizada, a educação extraescolar em ciências apresenta como objetivos: melhorar o nível de interesse pela ciência; aumentar o desempenho dos estudantes nas disciplinas relacionadas à ciência e matemática; suplementar a aprendizagem formal em sala de aula por causa de seus benefícios afetivos que geram ganhos cognitivos; ampliar e aperfeiçoar o nível de alfabetização científica da sociedade como um todo. Para Dori e Tal (2000 *apud* CAZELLI, 2000), no que diz respeito à dimensão que trata da aprendizagem que habilita indivíduos a se organizarem com o objetivo de solucionar

⁵ Diorama é um modo de apresentar uma vista realística de uma cena em um espaço compacto. A cena, que pode ser uma paisagem, plantas, animais, eventos históricos, é pintada sobre uma tela de fundo curvo, de tal maneira que simulem um contorno real – cria uma ilusão de profundidade e de movimento, dando a impressão de tridimensionalidade.

questões coletivas, pode-se dizer que ela vem ao encontro de alguns dos atuais aspectos da função educativa dessas instituições.

Diante do exposto nesse capítulo, fica evidente que as pesquisas na área de educação em ciências realizadas em ambientes informais de aprendizagem, como museus e centros de ciências, tornaram-se significativas, em relação ao número de publicações, ao seu avanço científico e didático. No entanto, apesar da frequência de artigos resultantes das pesquisas na área de educação em ciências direcionadas para a compreensão do tipo de aprendizagem que ocorre nos locais fora das escolas, nota-se na literatura um esforço para melhor fundamentar filosoficamente essa vertente da educação em ciências (CAZELLI, 2000). Além disso, quando se procuram respostas específicas sobre aprendizagem, há muito mais suposições e teorias do que dados (GASPAR, 1993). Na opinião do autor citado, essa é uma situação que não o surpreende, pois museus e centros de ciências são instituições relativamente recentes, e o domínio da aprendizagem informal em ciências é ainda pouco explorado e pouco usado (WELLINGTON, 2000 *apud* SOARES, 2004). As teorias pedagógicas, desde as mais antigas, propostas pelos filósofos gregos, até as mais recentes, têm sido sempre vinculadas à educação formal, ou seja, à escola. Só ultimamente é que se observa a procura de modelos e propostas metodológicas adequadas ao processo de ensino e aprendizagem que ocorre, ou pode ocorrer, nesses espaços (GASPAR, 1993).

Por fim, é preciso fazer reflexões em torno da nossa prática pedagógica, propondo alternativas mais motivadoras, eficazes e lúdicas. As metodologias para o ensino e a aprendizagem das ciências precisam estar voltadas à formação de habilidades fundamentais nos alunos, como: pesquisa, leitura crítica para que possam formar opiniões, argumentar e agir em diferentes situações, fazer escolhas conscientes, além de estarem preparados para o convívio social harmônico e cidadão. Não deve reduzir-se a tópicos desenvolvidos em um conhecimento fragmentado, sem uma visão complexa da vida em todos os seus aspectos. Deve desenvolver a curiosidade e o gosto de aprender nos alunos, incentivando e possibilitando o questionamento, investigando, levantando hipóteses, avaliando resultados. Diante disso torna-se necessário investir em diferentes ambientes de aprendizagem e atividades pedagógicas que ajudem a formar alunos mais criativos e reflexivos, capazes de entenderem que a aprendizagem escolar é uma ponte para a construção de outros conhecimentos.

Deste modo, não basta conceituar ou definir os objetivos de uma instituição educacional de caráter informal, é preciso entender e avaliar suas potencialidades, sua proposta pedagógica, e verificar que lá a aprendizagem existe; é preciso procurar entender melhor de que maneira esse processo se desenvolve e, talvez mais importante ainda, quais são os fatores que podem influenciar na aprendizagem que se realiza nesses ambientes, tais como, a preparação e realização da visita e das atividades; características dos módulos; as ideias dos visitantes; as estratégias de comunicação e a presença dos monitores (CHAGAS, 1993; GRIFFIN, 1998; GIL; LOURENÇO, 1999; CUESTA et al., 2000, 2002, 2003; CALDEIRA; PINA; SANTOS, 2003; RENNIE et al., 2003 *apud* RIBEIRO, 2005). A este objetivo, à busca de indicações válidas a essa proposta, será dedicado o próximo capítulo desta dissertação, ou seja, será apresentada uma proposta de caráter metodológico que possa fornecer um referencial teórico a essas instituições e que dê indicações válidas aos pontos básicos aqui destacados, a fim de oferecer estratégias com potencial educativo para que se tornem ambientes apropriados para a aprendizagem das ciências.

2.3 AMBIENTE INTERATIVO DE APRENDIZAGEM (AIA)

O termo Ambiente Interativo de Aprendizagem (AIA) é utilizado com diferentes propostas e perspectivas, nas mais diversas áreas de conhecimento. O primeiro ponto a ser destacado é quanto à compreensão da interatividade, a qual está fortemente associada ao computador e menos frequentemente associada à interação entre sujeitos e materiais disponíveis em determinado espaço físico. Dessa forma, o AIA associado ao computador é caracterizado como uma ferramenta computacional de educação a distância, como uma possibilidade de criação e desenvolvimento de programas de cursos de nível superior e como forma de apoiar o ensino presencial ou semipresencial, a qual permite a interação entre alunos, professores e coordenadores exteriormente à sala de aula, além de possibilitar o gerenciamento e o controle das atividades educacionais (MULLER NETO et al., 2010; MARANGONI; MAIA, 2007; FAVERO et al., 2003; SILVA et al., 2003; FURTADO et al., 2001). Os principais recursos que constituem esse ambiente são plano de ensino, aulas, atividades de aprendizagem, orientações, biblioteca virtual, fóruns, bate-papo, exercícios online, avaliações, a utilização e desenvolvimento de módulos integrados de audioconferência e de videoaula como forma de ampliar as possibilidades de interação e comunicação entre professores e alunos.

O AIA associado a apoiar o ensino presencial de uma disciplina específica sob forma de sistemas computacionais aparece com diferentes ênfases, dentre as quais podemos destacar: os baseados na modelagem e simulação (SCARELLI, 2009; LEITE; CASTRO FILHO; MACEDO, 2005; VARGAS; MARTINS, 2005; FERNANDES, 2002; LEFFA, 2003); com a utilização de ferramentas de internet, e-mail e chat (ESTEVES; OLIVEIRA; NAVEIRO, 2003; TONGU, 2002); e os baseados em situações concretas, problemas ou projetos (JONASSEN, 1996) que buscam o desenvolvimento de habilidades em resolução de problemas e de características da aprendizagem significativa, que vão além da interação usuário e sistema. Outra proposta é o uso de ferramentas como e-mail e apresentações baseadas em slides (PAGAMUNCI, 2007) ou jogos educacionais (SILVA; SANTOS, 2008) nas aulas de educação básica, no sentido de oferecer ao aluno oportunidades de construção de conhecimentos e valores e apoiar a prática pedagógica, devido à capacidade que exercem de integração, cooperação e comunicação entre professor-aluno e aluno-aluno, o que proporciona ao profissional da educação e ao educando uma visão reflexiva, crítica, autônoma e competente sobre o processo de ensino e aprendizagem.

Além disso, com o propósito de utilizar e intensificar o processo de colaboração e interação dentro do contexto de ensino, seja a distância, semipresencial ou como forma de apoiar o ensino presencial, aparecem perspectivas que buscam a integração entre agentes pedagógicos⁶ e o sistema computacional (RIBEIRO; REATEGUI; BOFF, 2007; PINTO, 2006; HOLANDA, 2008; QUARTO, 2006; COSTA, 1997; REATEGUI; MORAES, 2006), assim como, Sistemas Tutores Inteligentes⁷ (KLERING; SCHRÖEDER, 2011; PÍCCOLO, 2009; SECCO, 2009; SIBALDO et al., 2008; KRYNSKI, 2007; BITTENCOURT et al., 2006).

6 Um agente é chamado de pedagógico quando atua num sistema aplicado à educação. Ele tem como função principal fazer a comunicação com o aluno, guiando-o no ambiente e dando suporte às tarefas de aprendizagem. Os Multiagentes são o agrupamento de agentes com comportamento autônomo, reativo e pró-ativo, com o objetivo de solucionar um problema. Isso se deve ao fato de um agente não possuir habilidades ou recursos suficientes para solucioná-lo sozinho ou, ainda, por existir uma interdependência com outros agentes.

7 São sistemas de aprendizagem apoiados em computador, que tentam se adaptar às necessidades dos aprendizes e são, portanto, os únicos sistemas que tentam 'interessar-se' pelos aprendizes. São constituídos por três componentes fundamentais: módulo do aprendiz, módulo pedagógico e módulo do especialista. O módulo do aprendiz contém as informações específicas de cada aprendiz, ou seja, do aluno, estudante; o módulo pedagógico contempla as estratégias pedagógicas apropriadas a serem utilizadas, e o módulo do especialista possui conhecimento representado sobre o domínio e as informações referentes ao conteúdo abordado a serem utilizadas no processo de aprendizagem dos alunos.

Tais perspectivas têm como princípio geral o engajamento de um aprendiz humano a interagir com uma sociedade de agentes tutores artificiais, visando envolvê-lo na aprendizagem, a partir de sua participação em atividades de resolução de problemas. Assim, os ambientes computacionais têm como foco principal uma relação de ensino e aprendizagem envolvendo, por um lado, um humano desempenhando o papel de aprendiz, e por outro lado, a máquina, comportando-se como um tutor. Devido ao seu papel motivador, os sistemas computacionais têm procurado enriquecer suas interfaces de forma a expressar emoções através de expressões faciais e gestos de forma mais próxima do comportamento humano.

Já os AIAs que associam a interação entre sujeitos e materiais que o constituem em um determinado espaço físico, podem ser entendidos de diversas maneiras. Uma delas é como museu de ciência digital (PEREIRA et al., 2009), que utiliza diferentes meios de comunicação para transmissão de conhecimentos de forma interativa, tais como imagens tridimensionais, dinâmicas com uso de manequins e maquetes do corpo humano, vídeos com formato de reportagens narradas e legendadas, painéis com informações e imagens, e conteúdos disponibilizados na internet. Também podem ser entendidos como módulos didáticos e interativos (PAIXÃO et al., 2009; BLASCA et al., 2009), integrando recursos de computação gráfica e painéis explicativos, caracterizando um cenário de interatividade, para transmitir conhecimentos de forma dinâmica, rápida e simples. Para proporcionar o aspecto interativo do ambiente, são utilizados materiais de diversos formatos (painéis temáticos, vídeos, cenário, iluminação). Esse tipo de ambiente oferece ao participante a oportunidade do contato com um conjunto de conhecimentos por meio de diferentes vias de aprendizado (visual, auditiva, tátil-sinestésica) e podem ser adaptados e instalados nos mais variados espaços: escolas, museus, bibliotecas, áreas comunitárias, entre outros.

Os AIAs também podem se constituir de uma unidade de aprendizagem (LARA, 2008), utilizando visitas a ambientes interativos, como museus e indústrias, atividades envolvendo provas do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), laboratórios de química, internet, entrevistas com profissionais, pesquisa bibliográfica, entre outros. Nesses ambientes, o trabalho entre o professor e o aluno é realizado em parceria, o aluno possui mais liberdade em pesquisar, perguntar, e descobrir, formando, assim, um aluno mais autônomo.

Quanto à fundamentação teórica do ambiente, aparecem várias abordagens e perspectivas, dentre as quais podemos destacar a perspectiva sóciointeracionista, mais especificamente a teoria de Vygotsky, que trata da importância das interações sociais no

processo de aprendizagem (SILVA; SANTOS, 2008; PAGAMUNCI, 2007; RIBEIRO; REATEGUI; BOFF, 2007; LEITE; CASTRO FILHO; MACEDO, 2005; ESTEVES; OLIVEIRA; NAVEIRO, 2003; TONGU, 2002), assim como aportes construtivistas (KLERING; SCHRÖEDER, 2011; FERNANDES, 2002; COSTA, 1997; JONASSEN, 1996).

Seguindo essa linha de pensamento construtivista, aparece discussão teórica sobre enfoque sistêmico (KLERING; SCHRÖEDER, 2011) apontando a necessidade de predisposição dos alunos para aprenderem, sobre o educar pela pesquisa (LARA, 2008), e sobre a abordagem metacognitiva⁸ (KRYNSKI, 2007). Dessa forma, o ambiente é caracterizado e apoiado no “aprender fazendo”, por meio de atividades de resolução de problemas (HOLANDA, 2008; KRYNSKI, 2007; FERNANDES, 2002; FURTADO et al., 2001; BITTENCOURT et al., 2006) – as quais podem ocorrer nas seguintes fases: identificação do problema, observação, coleta de dados, análise, síntese, formalização e validação. Considera-se, como princípio básico para a construção desse cenário, que cada indivíduo possui uma maneira particular de estudar, ensinar e aprender, ou seja, cada um possui um perfil cognitivo (PAIXÃO et al., 2009; FAVERO et al., 2003; SILVA et al., 2003). Jonassen (1996) vai um pouco além, apresentando uma descrição detalhada das principais características para uma aprendizagem significativa, tais como: ativa, construtiva, reflexiva, colaborativa, intencional, complexa, contextual, e coloquial.

Também aparecem com destaque na fundamentação teórica dos AIA a interatividade (MARANGONI; MAIA, 2007) e o papel do educador (PAGAMUNCI, 2007), no sentido de que os professores tenham clareza dos objetivos daquilo que estão propondo, das necessidades específicas do contexto social em que atuam, bem como do tipo de indivíduo que pretendem formar para interagir neste, pois só assim poderão escolher metodologias e recursos adequados a essas práticas, avaliando necessidades, desafios, possibilidades e limitações. Nesse sentido, Furtado et al. (2001) apontam para a necessidade de que o AIA deve ser planejado e estruturado com objetivos bem definidos, incentivando a avaliação formativa e processual.

8 Delega-se ao aluno responsabilidade e controle sobre o próprio aprendizado, criando um vínculo de envolvimento muito mais intenso e ativo do que o proposto por abordagens tradicionais. Assim, na resolução de problemas, de uma forma geral, a metacognição assiste a quem resolve em: reconhecer que há um problema a ser resolvido, compreender exatamente de que o problema consiste e entender como alcançar a solução.

Quanto ao papel do educador, Scarelli (2009) e Esteves, Oliveira e Naveiro (2003) enfatizam que o professor, neste processo, atua como mediador que acompanha os alunos, estimulando, questionando e contextualizando a aprendizagem. Essa proposta metodológica baseia-se no pressuposto de que a interatividade entre professor e aluno é essencial no processo de ensino e aprendizagem, assim como a contextualização do conhecimento.

Além disso, conceitos de afetividade – e emoções e motivação –, teorias da psicologia cognitiva, computação afetiva (QUARTO, 2006) também são consideradas, de forma a permitir ao aprendiz uma participação mais ativa, pois o controle da interação passa a ser compartilhado entre o sistema e o aprendiz. Segundo esse autor, para o desenvolvimento do AIA são consideradas ainda características tais como: cooperação⁹, colaboração¹⁰, trabalho em grupo, interesse, curiosidade, estado emotivo do aprendiz, personalidade, liderança, afinidade social e a habilidade cognitiva.

Quanto à definição do ambiente, Baranauskas et al. (1999, p. 51 *apud* SCARELLI, 2009), Silva e Santos (2008), Vargas e Martins (2005) e Fernandes (2002) apontam que nos AIAs, “o aprendizado é entendido como a construção individual do conhecimento a partir de atividades de exploração, investigação e descoberta”. Os ambientes interativos de aprendizagem são baseados em quatro princípios: o estudante deve construir seu conhecimento; o controle do sistema é feito, de forma mais significativa, pelo estudante; o sistema é individualizado para cada estudante; e o *feedback* é gerado em função da interação do estudante com o ambiente.

Portanto, na opinião de Scarelli (2009), ambientes interativos de aprendizagem são aqueles onde o educando tem liberdade de ação e é encorajado a tomar a iniciativa para o aprendizado e são preparados para receber a colaboração do aluno com a construção de significados e com isso transformar o próprio ambiente de aprendizagem. Estes ambientes dão ao educando a oportunidade de desenvolver a capacidade de observação, investigar diversos aspectos de um problema, criar e propor soluções, enfim, tornar-se um agente contribuidor ativo.

9 A cooperação também é mencionada por Holanda, 2008; Bittencourt et al., 2006; Favero, et al., 2003; Furtado et al., 2001 e Costa, 1997.

10 A colaboração também é citada por Ribeiro, Reategui, e Boff, 2007 e Favero, et al., 2003.

Nesse sentido, para Pagamunci (2007), um AIA se caracteriza como um espaço onde todos têm possibilidade de falar, de expressar ideias, levantar hipóteses, discutir, tomar decisões e ter autonomia para planejar e executar suas ações, conduzindo seu aprendizado e desenvolvimento a partir da ação organizadora do professor e da ação do instrumento mediador (computador). Jonassen (1996) acrescenta ainda que os AIAs devem ser constituídos de problemas ou de questões relevantes, nos quais os estudantes devem construir conhecimento, e as tarefas representam situações reais e contextualizadas.

Segundo Tongu (2002), um AIA deve proporcionar ao aprendiz uma relação conteúdo *versus* prática de forma coerente e direta, induzindo-o a novas descobertas, tornando-o capaz de elaborar novas estratégias para desenvolver um ponto crítico sobre as informações, as técnicas, as experiências e o contexto com o qual ele é envolvido. Assim, para definir um ambiente interativo de aprendizagem, deve-se estruturá-lo em função do sujeito aprendiz, considerando suas necessidades e observando o conteúdo da aprendizagem, uma vez que é em função dele que se desenvolve o processo, como também é para ele que deve ser escolhida uma ferramenta de aprendizagem, principalmente quando se sabe que os indivíduos possuem diferentes maneiras de expressar seu conhecimento. Por fim, Lara (2008), apresenta uma definição mais simplista ao referir-se aos AIAs como ambientes onde os alunos interagem com vários experimentos, envolvendo teorias que estudaram em sala de aula, assim ampliando a sua compreensão da disciplina.

Em suma, pode-se perceber que são poucos os autores que apresentam uma definição e fundamentação teórica para o ambiente¹¹. Para outros, ainda, não há uma preocupação por apresentar uma definição do AIA e nem uma fundamentação teórica sobre o ambiente, o que aparece são os tipos de atividades disponíveis e uma descrição do que há no ambiente e/ou especificações do que é possível fazer nele (MULLER NETO et al., 2010; BLASCA et al., 2009; PEREIRA et al., 2009; PÍCCOLO, 2009; SECCO, 2009; SIBALDO et al., 2008; REATEGUI; MORAES, 2006; PINTO, 2006; LEFFA, 2003).

¹¹ Os autores que buscam definir e conceituar o AIA são Scarelli (2009), Lara (2008), Silva e Santos (2008), Pagamunci (2007), Fernandes (2002), Tongu (2002) e Jonassen (1996).

2.3.1 Compreensão e caracterização do AIA

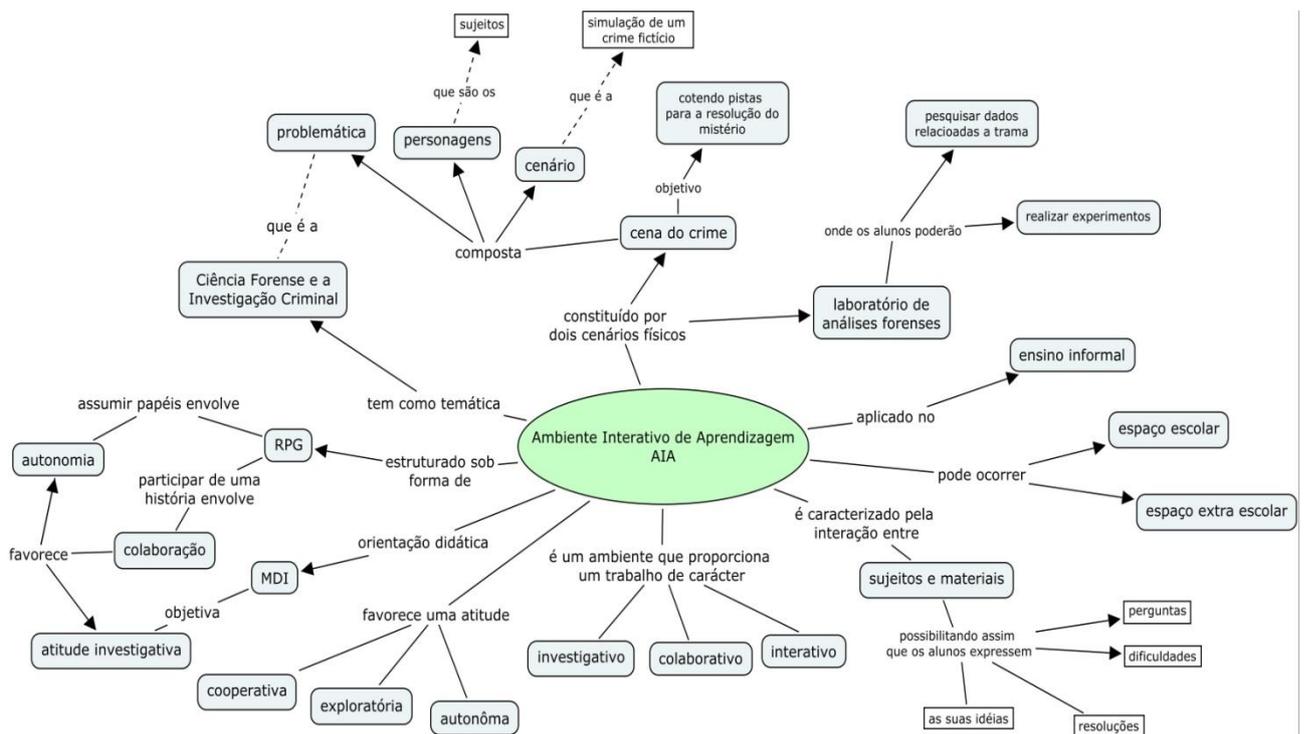
Os ambientes de aprendizagem normalmente utilizados estão estruturados sob uma perspectiva em que há pouco estímulo ao espírito investigativo. Associado a esta problemática, os novos paradigmas epistemológicos apontam para a criação de espaços que privilegiem a construção colaborativa do conhecimento, a busca pela consciência crítica decorrente da dialogicidade e da interatividade, levando ao desafio de proporcionar uma nova concepção de ambiente de aprendizagem, a fim de oferecer estratégias com potencial educativo para que se tornem ambientes apropriados para a aprendizagem das ciências.

Nesse sentido, a elaboração, o desenvolvimento e a produção de um Ambiente Interativo de Aprendizagem (AIA), de âmbito informal e presencial, ligado ao Ensino de Ciências, proposto nessa dissertação como estratégia para a aprendizagem de atitudes investigativas e a divulgação da Ciência e da Tecnologia, está orientado para abordar as ciências pela aproximação destas com o cotidiano utilizando metodologias investigativas. Esta orientação se baseia no Modelo Didático Investigativo (PORLÁN, 1993). Além disso, para que esse ambiente tivesse caráter lúdico, buscou-se inspiração nos jogos de RPG – *Role Playing Games*. Considerando que o AIA só seria significativo para o estudante se estivesse ligado a seus interesses, curiosidades, necessidades e objetivos pessoais, e por serem temas de rara abordagem no ensino formal e informal, mas de grande interesse pelo público em geral, escolheu-se como temas desencadeadores/eixos temáticos a Ciência Forense e a Investigação Criminalística. Afinal, as pessoas aprendem melhor em um contexto realista, usando o que já sabem e desenvolvendo habilidades a partir disso.

Especificamente, pode-se dizer que o AIA é um ambiente caracterizado pela interação entre os sujeitos e materiais que o constituem e planejado para oferecer situações-problema e recursos (bibliográficos, experimentais, tecnológicos) aos participantes, de modo que eles possam, ao interagir com tais recursos, expressar suas ideias a fim de resolver o problema de investigação proposto (tentativa de solucionar um crime fictício sob forma de uma cena de crime e de um laboratório de investigação forense, disponíveis à visitação e interação). Assim, apresenta uma concepção didática de colaboração e investigação, proporcionando um trabalho de caráter colaborativo, interativo e investigativo, além de favorecer uma atitude cooperativa, exploratória e autônoma, buscando contribuir para o desenvolvimento de um espírito de abordagem de problemas desafiadores e tomada de decisões sobre estes.

A seguir, são apresentados alguns referenciais teóricos para uma melhor compreensão e definição das principais características e conceitos aqui destacados. Além disso, na Figura 2 apresenta-se um mapa conceitual, com o objetivo de elucidar a relação entre os conceitos no ambiente de aprendizagem proposto nessa dissertação.

Figura 2 – Mapa Conceitual que caracteriza o AIA



2.3.1.1 As possibilidades de interatividade

Na sociedade contemporânea, a dominação do visual é indiscutível, colocando à margem os demais sentidos humanos. O tato, assim como o olfato, o paladar e a audição, têm sido relegados a um segundo plano. O conceito de interatividade resgata esses sentidos, uma vez que remete diretamente à participação do corpo como ponte entre nós e o mundo, já que a visão do mundo que temos depende tanto dos sentidos como do ambiente que nos cerca (MIURA, 2007).

Enquanto processo subjetivo, de acordo com Chinelli, Pereira, e Aguiar (2008), a interação ocorre na relação entre os conhecimentos, nas várias possibilidades de comunicação

– do ambiente com o estudante, entre pesquisadores e estudantes e entre os estudantes – ou mesmo na esfera da emoção que o ambiente de aprendizagem suscita. No nível concreto, a interação se dá mediante atividade – por isso, interatividade. Quando o estudante observa, ouve, toca, lê, experimenta, modifica, intervém, encontra oportunidades para realizar operações mentais que resultam em conhecimento, como interpretar, problematizar, questionar, refletir, criticar e elaborar hipóteses.

Isto significa dizer que a interatividade proporcionada por ambientes de aprendizagem desse gênero ultrapassa a esfera do indivíduo, sendo também condicionada pelo contexto específico da atividade científica proposta. Assim, a experiência que é vivida, nesse ambiente, com a interatividade remete não apenas às interações que ocorrem entre sujeitos e objetos, mas também às interações que ocorrem entre sujeitos, por meio da linguagem, e entre sujeitos e contexto, mediados pelas ferramentas e materiais que o constituem (COLINVAUX, 2005).

Dentro desse contexto, é esperado que a interatividade desperte a curiosidade, provoque questionamentos, propicie aos visitantes a formular e verificar hipóteses, chegar a conclusões ou a outros problemas, aproximando-os do procedimento científico. Além disso, essa possibilidade de interagir com objetos e materiais, assim como um cientista o faz no laboratório, remete à noção de experimentação. A interatividade enquanto experimentação pode se dar de diversas maneiras. De acordo com Vieira, Santos e Moraes (2006 *apud* CHINELLI; AGUIAR, 2009), essa interação pode ocorrer:

[...] pelo observar, acionar, tocar ou manusear os experimentos; pelo ler, comparar, registrar; e, ainda pelo jogar. Estes modos correspondem a uma interação concreta e direta. Num segundo momento, temos a interatividade em níveis mais elaborados como problematizar, discutir, elaborar hipóteses. Nesses níveis, interagir é questionar, decidir, refletir e implica em dialogar e atuar. Por fim, num terceiro momento, mais abstrato, de interação com os experimentos, os visitantes desenvolvem interpretações, explicações, teorizações e, assim, uma maior compreensão dos fenômenos com os quais interagem.

Nesta perspectiva, a ideia de experimentação busca reproduzir, em certa medida, o universo das práticas e procedimentos científicos. Dessa forma, analogamente a cientistas, os estudantes seriam convidados a se engajarem em um diálogo com fenômenos da natureza, interrogando-a para descobrir suas leis, seus mecanismos, e suas causas. A metáfora da ciência como interrogação da natureza (GINGRAS; GODIN, 1997, p. 151, *apud* COLINVAUX, 2005) evidencia o papel ativo do cientista que, sujeito da ação de interrogar, não se contentará em observar a natureza, mas buscará nela intervir, provocando-a a se manifestar através da experimentação. A experimentação, então, diferentemente da observação da realidade tal qual ela se apresenta, implica provocar fenômenos novos, de

modo artificial, por meio de instrumentos, possibilitando o teste de hipóteses e contribuindo diretamente para o avanço do conhecimento científico (COLINVAUX, 2005).

2.3.1.2 Entendendo o significado de colaboração e cooperação

Apesar das similaridades entre cooperação e colaboração, estes dois termos não podem, a rigor, ser considerados como sinônimos. Dependendo dos objetivos e das relações que se estabelecem entre os participantes podemos ter um coletivo que seja colaborativo ou cooperativo. Embora ambas tenham o mesmo prefixo *co*, que significa ação conjunta, elas diferenciam-se pelo fato da primeira ser derivada do verbo latino *operare* (operar, executar, fazer funcionar) e a segunda de *laborare* (trabalhar, produzir, desenvolver atividades tendo em vista determinado fim). Na cooperação, uns ajudam os outros (cooperam), executando tarefas cujas finalidades geralmente não resultam de negociação conjunta do grupo, geralmente as relações são desiguais e hierárquicas. Na colaboração, por sua vez, todos trabalham juntos (colaboram) e se apóiam mutuamente, visando atingir objetivos comuns negociados pelo coletivo do grupo. Na colaboração, as relações, portanto, tendem a ser não hierárquicas, havendo liderança compartilhada, confiança mútua e corresponsabilidade pela condução das ações (FIORENTINI, 2004).

Assim, colaborar, sugere como definição mais simples "trabalhar junto", ou seja, um processo de tomada de decisões em conjunto, uma relação mútua benéfica entre duas ou mais partes que trabalham em direção a objetivos em comum, sem que os participantes devam agir necessariamente juntos (NIQUINI, 1997, p. 20, *apud* MORESCOA; BEHAR, 2006). Já a cooperação é a capacidade que o aprendiz possui de trabalhar em grupo e poder ajudar os demais colegas na realização das atividades (LABIDI, 2003 *apud* QUARTO, 2006).

Sendo assim, a colaboração é uma das formas de trabalho coletivo que não acontece pelo simples fato de ter um grupo de pessoas reunidas (FERREIRA, 2003). Temos no senso comum uma definição vaga e imprecisa de que um conjunto de pessoas reunidas em um espaço como um cinema ou uma fila de supermercado constitui um grupo, porém informações sobre o número, as finalidades ou objetivos para que essas pessoas se reúnam e em que condições elas passam a configurar um grupo permanecem controversas (GUIMARÃES; SILVA; VILLANI, 2005). Nesse sentido, considerando alguns requisitos básicos, apontados por Zimerman (1993 *apud* GUIMARÃES, SILVA e VILLANI, 2005), para a caracterização

de um grupo, conclui-se que cada integrante comparece com sua história pessoal e, na medida em que se constituem como um grupo, passam a compartilhar necessidades em função de objetivos comuns e criam uma nova história, em que há uma construção coletiva, resultante da interação, gerando uma história própria, com uma identidade grupal.

Diante do exposto, pode-se perceber que o conceito mais importante utilizado para estabelecer a colaboração em um ambiente de aprendizagem é a noção de grupo. De acordo com Olguin et al. (1998 *apud* QUARTO, 2006), grupo é definido como um conjunto dinâmico de estudantes que são reunidos para discutir sobre algum assunto, eventualmente com alguma meta estabelecida e pretendida por todos. A importância principal da formação de grupo é a flexibilidade e a possibilidade que seus membros têm de interagir entre si, de modo a compartilharem conhecimentos e troca de informações, ao longo da realização das atividades.

Guedes (2005 *apud* QUARTO, 2006) também considera que a colaboração em pequenos grupos pode constituir um poderoso recurso para promover a aprendizagem e as interações sociais. Nessa perspectiva, uma maneira de instigar a participação dos alunos é a utilização de atividades em grupo, pois através delas eles interagem uns com os outros e participam de discussões desenvolvendo suas ideias e resolvendo problemas. Diversos pesquisadores enfatizam a relevância do trabalho em grupo quando se pretende promover a aprendizagem e compreender como se dão as relações entre os alunos a fim de orientar o professor na escolha de sua intervenção (DUSCHL, 1995; KIRSCHNER, 1992; WHEATLEY, 1991; BROWN et al., 1989, todos citados por GUIMARÃES; SILVA; VILLANI, 2005).

2.3.1.2.1 Autonomia versus colaboração

A colaboração exige autonomia e não submissão, os sujeitos são pares, coautores nos diferentes processos de criação e construção de sentidos. Assim, a colaboração implica o desenvolvimento de processos e estratégias que integrem os sujeitos a trabalharem em conjunto para a construção de diferentes aprendizagens e saberes, enfatizando a coautoria. Os processos colaborativos são permeados por trocas contínuas, pela socialização de diferentes olhares e argumentações (ALVES, 2007). O trabalho colaborativo exige o envolvimento de todos os membros do grupo, indo além da distribuição de tarefas (cooperação), contemplando

uma dimensão comunitária, a reciprocidade e a criação e interferência por parte dos indivíduos. Nesse contexto, todos estão na condição de aprendizes e a mediação para concretizar o trabalho coletivo deve ser compartilhada, isto é, todos os membros podem e devem atuar como mediadores, exercitando a sua autonomia enquanto sujeitos construtores do conhecimento.

Quanto ao significado do conceito de autonomia, segundo Pitano e Ghiggi (2009) a palavra autonomia pode decompor-se em *auto* (por si mesmo) e *nomos* (lei, norma). Isto compreende a capacidade que o sujeito adquire de governar a si mesmo, direito de se reger (uma ação) por leis próprias, ou seja, leis de origem interna, propriedade pela qual os seres humanos podem escolher as leis que regem sua conduta.

De acordo com Little (1994, p. 431, *apud* WISSMANN, 2006), a autonomia pressupõe que o aprendiz estabeleça uma agenda pessoal que guiará e organizará seus estudos, tome iniciativas “moldando” sua própria aprendizagem e tenha capacidade de avaliar o sucesso deste processo. De acordo com esta definição, “a autonomia do aprendiz requer não só a aprendizagem, mas aprender a aprender.” No entanto, embora os termos utilizados (agenda pessoal, iniciativa e autoavaliação) enfatizem a individualidade de cada aprendiz, a autonomia é produto de um processo interativo definido pela essência interdependente de cada indivíduo como ser social que é. Deve-se, portanto, reconhecer que a autonomia do aprendiz é muito mais um produto da interdependência do que da independência.

Na tentativa de esclarecer o conceito de autonomia, Vieira (1997) cita Little (1991) quando este faz o caminho inverso ao afirmar o que este conceito não é: não é a aprendizagem sem o professor, não é a aprendizagem com um professor que é redundante na classe, não é uma metodologia específica de ensinar, não é uma descrição simples e fácil de um comportamento, e não é um estágio alcançado por alguns aprendizes. Autonomia também não exclui aprendizagem colaborativa ou a autoridade do professor, não pode ser pré-definida como um conjunto de condutas observáveis, as quais o aprendiz pode adquirir e desenvolver naturalmente. A autora apresenta ainda uma definição provisória de autonomia:

Essencialmente, autonomia é a capacidade – para o desprendimento, reflexão crítica, tomada de decisões, e ação independente. Isto pressupõe, mas também requer, que o aprendiz desenvolverá um tipo particular de psicologia relacionada ao processo e conteúdo de sua aprendizagem. A capacidade para a autonomia será demonstrada tanto pela maneira como o aprendiz aprende quanto pelo modo que ele/ela transfere o que tem sido aprendido para outros contextos. (VIEIRA, 1997, p. 56)

Nesta perspectiva, autonomia está inter-relacionada com a autodeterminação, que pressupõe a capacidade da pessoa tomar decisões ponderadamente e ser capaz de criar regras e leis próprias. Sendo assim, em uma situação formal de ensino, um aluno autônomo é de certa forma independente do professor e possui um conjunto de valores e normas que o guiam na sua tomada de decisões. O aluno desenvolve autonomia ao apropriar-se do significado apresentado pelo professor, dando-lhe ele próprio significado. De acordo com Gravemeijer (2004), para isso é necessário uma aprendizagem baseada na experiência do aluno, onde a construção de conceitos é feita de forma que o aluno consiga reconstruir o que aprendeu.

Teoricamente, um aluno autônomo estará em condições de regular o seu processo de aprendizagem, sendo assim menos dependente do professor ou do livro texto. O aluno atua autonomamente na medida em que está em condições de justificar, primeiramente para si próprio (e mais tarde para os colegas e professor), as escolhas feitas ao longo do processo. É, portanto, “[...] *gestor de seu processo de aprendizagem, capaz de por si só dirigir e regular este processo.*” (MARTINS; SÁ, 2001, p. 26, *apud* WISSMANN, 2006).

A autonomia se caracteriza pela liberdade que o indivíduo possui para tomar decisões, pela capacidade de fazer escolhas e conduzir suas próprias ações. Ela pode ser incentivada ou reprimida por condições internas ou externas. Assim, “*favorecer a autonomia e desenvolver competências pressupõe criar um ambiente desafiador e aberto ao questionamento, um ambiente que instiga a curiosidade dos alunos, que mobiliza seus conhecimentos, desnuda suas lacunas e estimula-os a eliminá-las*” (PERRENOUD, 2000a). Dessa forma, vê-se a importância do indivíduo ser autônomo, olhar criticamente e conscientemente para o mundo em que está inserido, para que assim, possa intervir, expor opiniões, ideias, tendo seus próprios conceitos e argumentos para defender sua visão.

O desenvolvimento de autonomia é importante para que o aluno aceite ter um papel ativo na sua própria aprendizagem. Na prática, isso é favorecido se o professor, por sua vez, for delegando responsabilidades ao aluno e ensinando-o a assumir esta responsabilidade. Nesse sentido, pode-se afirmar que a autonomia não depende exclusivamente do aprendiz e de suas características individuais. É muito mais complexa, a autonomia depende, sim, do aprendiz, mas depende, também, da metodologia adotada, do material e do professor.

Assim, além de ajudar o aluno a adquirir habilidade operacional no tema o qual ensina, o professor deve guiar o emocional do aluno em direção a uma *liberdade reflexiva total*, tanto no tema como fora dele (MATURANA, 2002b *apud* PIZZATO, 2010). Em outras palavras,

para guiar a transformação dos educandos, o professor deve ser uma instância de conversação que abre possibilidades para os alunos operarem na reflexão, em uma convivência na qual não se sintam negados pelas dificuldades que possam ter. E isso só é possível se os educadores agirem a partir do que Maturana (2002b *apud* PIZZATO, 2010) trata por *autonomia reflexiva*, entendida como a consciência do próprio sentir, a reflexão sobre o próprio fazer e uma atuação responsável nas tarefas que empreendem em seu viver como membros de uma comunidade de colaboração e respeito mútuo.

2.3.1.3 Modelo Didático Investigativo

O Modelo Didático Investigativo (PORLÁN, 1993) propõe a investigação como metodologia didática e como alternativa aos métodos passivos de ensino. O modelo didático investigativo adota uma perspectiva construtivista, tanto no plano individual como social. Tal modelo consiste no tratamento de situações-problema abertas, através das quais os alunos possam participar na construção dos conhecimentos, ou seja, que os alunos elaborem modelos complexos para entender e atuar sobre o mundo e, desta forma, a tendência à passividade por parte dos alunos tende a ser superada. Este modelo parte do reconhecimento e da consideração dos interesses e das ideias dos alunos. O professor, dentro desta perspectiva, deve trabalhar com a problemática social-ambiental e cultural, integrando o conhecimento disciplinar, o conhecimento cotidiano, promovendo a construção livre e significativa de conceitos, procedimentos, atitudes e valores, tendo papel ativo como coordenador e orientador do processo de investigação desenvolvido nas aulas (GARCÍA PÉREZ; PORLÁN, 2000; GARCÍA PÉREZ, 2000; HARRES et al., 2005; CHROBAK; BENEGAS, 2006; NOVAIS et al, 2008; PREDEBON, 2009). Além disso, o estímulo ao uso de habilidades investigativas para a resolução de um problema, como proposto por este modelo, também pode influenciar na aprendizagem dos alunos no ensino formal.

Além da coerência deste modelo com a proposta de AIA contida no presente trabalho, este foi escolhido por possibilitar o desenvolvimento de uma perspectiva complexa sobre a ciência e o mundo que nos cerca. Uma perspectiva complexa é uma forma de proceder quanto à resolução de problemas do mundo real que “implica em não ser reducionista” (MORIN,

2001). Se o problema¹² do mundo real (cotidiano) for de resolução imediata não é complexo, ou seja, para que o problema a ser resolvido seja complexo, ele deve envolver uma certa quantidade de variáveis que devem ser levadas em conta a fim de se chegar a uma solução possível para o problema. Assim, para a resolução do problema é necessário levar em conta e pensar em todas as possíveis hipóteses, testá-las, analisá-las e realizar todas as etapas necessárias à resolução do problema.

Neste sentido, a influência da atuação do professor é determinante: afinal, o professor que percebe a sala de aula como um sistema complexo, com suas múltiplas interações, pode ver tais interações de múltiplas formas e encontrar soluções diversas para os problemas detectados. Além disso, se considerarmos os estudantes e suas ideias como sistemas complexos, parece claro que a ação docente precisa estar orientada de forma coerente com isso, exigindo, por sua vez, a adoção, por parte dos professores, de uma concepção complexa também acerca da aprendizagem e do ensino. Essa concepção, segundo Izquierdo et al. (2004), exigiria a incorporação de uma perspectiva dinâmica e dialógica sobre os fenômenos objeto de estudo e a atividade científica escolar. Ou seja, a prática educativa que adotasse uma orientação de visão complexa deveria objetivar um novo tipo de pessoa, com personalidade inquisitiva, flexível, criativa, inovadora, tolerante e liberal que pudesse enfrentar a incerteza e a ambiguidade sem se perder, através de um processo de busca, questionamento e construção de significados que poderia ser chamado de "aprender a aprender" (MOREIRA, 2011).

2.3.1.4 Roleplaying Game – RPG

Roleplaying Game (RPG) significa “Jogo de Representação de Papéis”, no qual os jogadores assumem uma identidade dentro de uma trama e de um cenário definidos pelo jogo para completarem uma busca ou aventura, tornando-se um sujeito ativo. Diversos trabalhos têm sido realizados, em diferentes componentes curriculares e temas transversais, relacionando esses jogos de RPG com o desenvolvimento de conceitos e atitudes. O RPG Pedagógico incentiva a criatividade, a participação, a leitura e a pesquisa, além de ser de fácil aplicação a quaisquer matérias e conteúdos didáticos, para crianças, adolescentes e adultos (RIYIS, 2003).

¹² Problemas são desafios dotados de características que instigam a nossa capacidade de raciocínio e também que põem a prova a nossa capacidade de criar, de decodificar informações, de relacionar e planejar procedimentos adequados para a sua resolução. Para Pozo (1998, p. 14), “ensinar a resolver problemas não consiste apenas em dotar os alunos de habilidades e estratégias eficazes, mas também em criar neles o hábito e a atitude de entender a aprendizagem como um *problema* para o qual deve ser encontrada uma resposta”.

Cabe salientar que a estratégia pedagógica de representação de papéis é um tema bastante disseminado na literatura em inglês (BLATNER, 2002; BONNET, 2000; CRONIN JONES, 2000; DUVEEN; SOLOMON, 1994; JACKSON; WALTERS, 2000; MAIER, 1991; TRUMBORE, 1974; WHISNANT, 1992), entretanto para esse tema se encontra pouco material em português.

Como qualquer jogo pedagógico, o RPG pode propiciar o desenvolvimento do pensamento abstrato (PAULA, 1996), através do engajamento em atividades de solução de problemas e de construção de conhecimentos (RIEBER; MATZKO, 2001). Nas atividades em que se utiliza RPG, a resolução do problema implica a interatividade e a colaboração de todos os participantes para a busca e a criação de alternativas que solucionem o desafio proposto. Isso torna a atividade mais socializadora e menos competitiva, pois estimula todos a levarem em conta as interpretações e ideias dos outros, a defender a própria opinião e a agir responsabilmente, já que seus atos trazem consequências (pois a história muda de acordo com as ações dos personagens).

Além disso, Rieber, Smith e Noah (1998) reconhecem a utilidade do RPG como uma forma de prover estrutura e organização para domínios complexos ou novos. Segundo estes autores, os estudantes que participam em atividades de representação de papéis percebem com mais clareza que, por exemplo, os assuntos relacionados com a ciência e a tecnologia são, em geral, complexos e que para os quais não existem soluções simples. Blatner (2002) também chama a atenção da aprendizagem de habilidades através da representação de papéis, que envolveriam resolução de problemas, comunicação e autoconsciência. Conforme esse autor, tais habilidades seriam necessárias para um pensamento flexível, autoexpressivo e recursivo (*feedback*), que são, justamente, os processos de pensamento essenciais para a resolução de problemas complexos.

Outra vantagem do RPG, segundo Klimick (1992), é o fato de ser um jogo que incentiva a criatividade, ao levar os participantes a se imaginar na história, criar soluções diferentes e tomar as decisões buscando resolver os desafios da aventura. Assim, do ponto de vista pedagógico, pode-se concluir que o RPG permite evidenciar a aplicabilidade das ciências de forma direta e simples, além de ser uma estratégia interdisciplinar, uma vez que uma única história pode abordar temas de várias áreas de conhecimento harmonicamente.

A atividade lúdica, sob esse olhar, se coloca como uma vivência do momento de uma forma integradora e prazerosa. As atividades lúdicas são uma necessidade do ser humano,

independente de sua faixa etária e, através delas, é possível ter contato mais profundo consigo e com o outro. Tais atividades se caracterizam como atividades não impostas e sim compartilhadas, propiciando que seus participantes se “entreguem”, integrando a ação, o pensamento e a emoção.

O RPG implica a disposição corporal associada a cada emoção. Se um sujeito reproduz ações prototípicas de uma determinada emoção, aparecem, em quem as executa, imagens, recordações pessoais e sentimentos relacionados com os padrões emocionais executados (PIZZATO, 2010). Além disso, a execução destas ações transmite vívidamente a mensagem emocional respectiva a um observador. Sendo assim, o RPG será usado, no presente trabalho, como estratégia para a realização das atividades com o objetivo de proporcionar aos alunos um espaço reflexivo a respeito das suas emoções.

2.3.1.5 Ciência Forense e Investigação Criminal

A Ciência Forense é uma área interdisciplinar que envolve física, biologia, química, matemática e várias outras ciências de fronteira. Seu objetivo é dar suporte às investigações relativas à justiça civil e criminal. Em investigações de crimes, o foco principal do profissional forense é confirmar a autoria ou descartar o envolvimento do(s) suspeito(s). As técnicas empregadas permitem que seja possível identificar, com relativa precisão, se uma pessoa, por exemplo, esteve ou não na cena do crime, a partir de uma simples impressão digital, ou então um fio de cabelo encontrado no local do crime. Em algumas situações, os especialistas forenses utilizam a tecnologia dos testes de DNA, as análises da autenticidade de obras de arte e de documentos ou, ainda, o exame de combustíveis adulterados (CHEMELLO, 2006).

Para Max M. Houck (2006), Diretor da Iniciativa em Ciência Forense da Universidade da Virgínia Ocidental, “A ciência forense sempre foi a espinha dorsal de contos de mistério, desde as aventuras de Dupin, de Edgar Allan Poe, até as histórias de Sherlock Holmes, de sir Arthur Conan Doyle, da série televisiva Quincy, de Jack Klugman, até os atuais programas de investigação criminal de grande sucesso”. Segundo o Diretor, o público passou a dar mais importância à Ciência Forense, e isso, segundo o Dr. Valter Stefani, em entrevista à agência FAPESP (GERAQUE, 2006), tem relação com a grande proliferação de programas de televisão, documentários e ficção científica. Oito séries criminais, entre elas CSI (sigla

referente a *Crime Scene Investigation*) e outras do mesmo gênero estão na lista dos 20 programas mais vistos nos Estados Unidos em outubro de 2005 (HOUCK, 2006).

Tais programas televisivos, além do destaque que alguns crimes ganham e a subsequente divulgação dos métodos de investigação forense, têm ampliado o interesse pela ciência, principalmente dos jovens. De acordo com Houck (2006), as inscrições em cursos de ciência forense vêm aumentando muito nos Estados Unidos. O programa da Universidade Chaminade de Honolulu, por exemplo, passou de quinze alunos para cem em quatro anos. Na Universidade da Virgínia Ocidental, o curso de ciência forense e investigativa, que em 2000 tinha quatro alunos, atualmente é o terceiro maior do campus, com mais de 500 alunos inscritos.

A maioria dos AIA associados à ciência forense são encontrados nos Estados Unidos e na Europa, e estruturados nos idiomas inglês e francês. Um exemplo de AIA presencial é o “The Science of Mystery: A Hands-On Crime Lab Exhibit” produzido pela Gateway to Science, em North Dakota (EUA). O cenário consta de uma “cena de crime” e de um laboratório, nos quais os participantes podem procurar evidências, coletar pistas, analisar e avaliar provas e realizar experimentos, de modo a desenvolver competências investigativas e vivenciar aplicações científicas. O ambiente é composto pelo mobiliário do cenário, além dos materiais que constituem as provas e dos equipamentos e reagentes para a realização das análises. Além deste ambiente, podem ser encontrados na internet alguns kits para análise de impressões digitais, sangue e outras possíveis evidências, contendo equipamentos, reagentes e manuais (em inglês, comercializados pela WARD's Natural Science – <http://wardsci.com>).

O desenvolvimento de temas transversais, como a Ciência Forense e a Investigação Criminal, neste trabalho, surge como uma proposta para auxiliar na construção de um saber mais complexo e contextualizado (FIEDLER-FERRARA; MATTOS, 2002). Para tanto busca-se integrar várias disciplinas, desenvolvendo assim uma ideia não fragmentada do conhecimento, ampliando o leque de fenômenos da vida social cotidiana, nos quais se espera tomadas de decisão que sejam fundamentadas nas vivências e experiências dos sujeitos envolvidos nesse estudo. Neste sentido, Souza (2004) afirma que:

[...] a construção das ações interdisciplinares, que substancia o pensar interdisciplinar, requer fundamentalmente uma postura pesquisadora, a permanência do desejo de vasculhar o desconhecido, de ousar sobre o incógnito. Esta postura, que fundamenta igualmente o ato científico, constitui o eixo sobre o qual a tarefa educativa se revela permanente criação, permanente redescobrir daquele que ensina, daquele que aprende, da relação que se faz constantemente. (p. 115)

Além disso, esse tema possibilita aos alunos identificar as coerências entre fatos e evidências, com o intuito de questionar a noção de verdade e de realidade única, além de desenvolver noções epistemológicas e relações entre elas, tais como hipóteses, fatos e teorias. As possíveis soluções que os alunos podem propor para o desenvolvimento do caso (simulação de uma crime fictício), possuem uma estrutura análoga a um modelo teórico proposto como resposta a um problema de investigação científica. E, se esse crime fictício estiver bem construído, aparecem múltiplas soluções igualmente possíveis, ou estas vão se modificando no desenrolar da trama, com a identificação de novas evidências.

Enfim, esse tema pode proporcionar o estímulo à curiosidade, à pesquisa, à troca de informações, à criatividade e à busca por carreiras científicas e tecnológicas, promovendo uma aprendizagem que extrapola as barreiras físicas das escolas.

2.4 ATITUDE INVESTIGATIVA

Nesta sessão busca-se definir e conceituar o termo “atitude investigativa”, assim como buscar um referencial teórico que oriente a análise dos possíveis comportamentos investigativos (disposições corporais) a serem observados na implementação do ambiente de aprendizagem. Portanto, torna-se necessário fazer uma diferenciação entre atitudes, habilidades e competências e definir o que se está tratando pelo ato de investigar. E por fim, apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre os possíveis comportamentos que os estudantes desenvolveram em alguma atividade de investigação científica.

O conceito de competência tem sido bastante referenciado na área da educação “como uma capacidade de agir eficazmente em um tipo de situação, capacidade que se apóia em conhecimentos, mas não se reduz a eles” (PERRENOUD, 2000a). Para o autor, as competências utilizam, integram, mobilizam conhecimentos ao defrontar-se com um conjunto de situações complexas. Dessa forma, o problema deve ser reconhecido antes de resolvê-lo, além de determinar os conhecimentos relevantes e reorganizá-los em função da situação.

Segundo Weissmann (1998) as habilidades dizem respeito ao saber fazer: são ações físicas ou mentais que indicam a capacidade adquirida. Isso pode ser entendido como procedimentos que expressam um saber fazer, que envolve tomar decisões e realizar uma série de ações, de forma ordenada e não aleatória, para atingir uma meta (BRASIL, 2001). Já as competências (PERRENOUD, 2000b) são um conjunto de habilidades harmonicamente

desenvolvidas e que caracterizam, por exemplo, uma função específica. As habilidades devem ser desenvolvidas na busca das competências.

A atitude é definida como uma resposta favorável ou desfavorável a coisas, pessoas, lugares, acontecimentos, ideias ou ao processo de ensino e aprendizagem da ciência ou disciplinas escolares (HARLEN, 2009; PAPANASTASIOU; ZEMBYLAS, 2004). Nesse sentido, segundo Citollin (2003), a atitude se configura em um estado mental organizado através de experiências vividas pela pessoa, que traz uma influência direta e dinâmica em sua resposta individual para todos os objetos e situações com as quais está relacionada. Ainda que pareça simples, a ideia de atitude é bastante complexa. Admite-se a existência de quatro componentes, que vão das crenças pessoais e valores sociais à conduta:

- A cognoscitiva, que engloba as percepções, ideias e crenças que constituem a informação importante (conhecimentos) a favor ou na contramão que tem a pessoa com respeito à conduta perseguida.
- A afetiva, que faz referência aos sentimentos pessoais de aceitação ou rejeição em relação ao comportamento perseguido.
- A conativa ou intencional que tem a ver com a inclinação ou intenção voluntária (tomada de decisões) de levar a cabo dita ação ou conduta.
- A comportamental que seria a observável diretamente como conduta do sujeito numa situação específica. (FURIÓ; VILCHES, 1997)

Embora a literatura apresente uma definição para atitude, percebe-se que este é um termo pouco explorado, pelo menos quando se trata de defini-la em comparação com as competências e habilidades. Em Souza et al. (2008), pode-se perceber que o termo atitude aparece na definição de competência apresentada por Durad (1999 *apud* SOUZA et al., 2008) e Santos (2001 *apud* SOUZA et al., 2008). Para Durad as competências são conhecimento, habilidades e atitudes necessárias para se atingir determinados objetivos, e para Santos, a competência não é apenas conhecimento e habilidades para a realização do trabalho (saber fazer), mas também atitudes, valores e características pessoais vinculados ao bom desempenho no trabalho (querer fazer). Para Brandão e Guimarães (2001) a competência é constituída por três dimensões, os *conhecimentos* – informação, saber o quê, saber porquê –, *habilidades* – técnicas, capacidade, saber como – e as *atitudes* – querer fazer, identidade, determinação.

Dessa forma pode-se concluir que as habilidades e as atitudes são geralmente consideradas como algo menos amplo do que as competências. Assim, a competência estaria

constituída por várias habilidades e atitudes. Entretanto, uma habilidade e/ou uma atitude não "pertence" a determinada competência, uma vez que uma mesma habilidade e/ou atitude pode contribuir para competências diferentes. Assim, uma competência é mais que conhecimentos e habilidades, pois envolve a ação de desafiar-se com demandas complexas, pautando-se em e mobilizando recursos psicossociais (incluindo habilidades e atitudes) em um contexto em particular (OECD, 2005). Por exemplo, o ato de se comunicar efetivamente é uma competência que pode auxiliar no conhecimento de um indivíduo sobre a linguagem, habilidades práticas em tecnologia e informação e atitudes com as pessoas com quem se comunica.

Outro ponto a ser discutido é quanto à definição do que seria “investigar” ou “realizar uma investigação”. O termo investigação tem sido usado tanto para se referir à aprendizagem das ciências nas salas de aula como nos laboratórios, em que alunos e professores exploram e discutem a ciência em um contexto de investigação. Por exemplo, Wu e Hsieh (2006) definem a investigação como um processo de aprendizagem orientado por perguntas, o qual envolve realizar investigações científicas, registrar e interpretar dados e sintetizar e comunicar os resultados. Para Teo et al. (2007) o processo de investigação científica é comumente usado para descrever um conjunto de atitudes amplamente transferíveis, que seriam como um reflexo do que os cientistas fazem. Essas atitudes estão agrupadas em dois tipos, as básicas e as integradas. As básicas fornecem uma base para a aprendizagem das integradas, que são as atitudes mais complexas para resolver problemas ou realizar experiências científicas.

Kuhn e Pease (2008) relatam que pesquisadores como Klahr (2000 *apud* KUHN; PEASE, 2008) e as normas curriculares do NRC (1996 *apud* KUHN; PEASE, 2008) caracterizam um ciclo completo de investigação, englobando a identificação de uma ou mais perguntas – isto é, o reconhecimento de que há um problema a ser investigado –, o planejamento da investigação, o teste e a análise de dados empíricos, a interpretação, e a obtenção e justificativa de conclusões. Segundo Wenning (2007) e Hofstein e Lunetta (2003) os Padrões Nacionais de Ciências da Educação (NRC, 1996 *apud* HOFSTEIN; LUNETTA, 2003 e WENNING, 2007) definem a investigação científica da seguinte forma:

Investigação científica refere-se às diversas formas pelas quais os cientistas estudam o mundo natural e propõem explicações baseadas na evidência derivada de seu trabalho. A investigação também se refere às atividades dos alunos, nas quais desenvolvem conhecimento e compreensão de ideias científicas, bem como uma compreensão do como os cientistas estudam o mundo natural.

Assim, a investigação científica torna-se explícita na seguinte definição: "investigar é uma atividade multifacetada que envolve realizar observações, fazer perguntas, examinar livros e outras fontes de informação para ver o que já é conhecido; planejar ações; rever o que já é conhecido à luz da evidência experimental; utilizar instrumentos para coletar, analisar, e interpretar os dados; propor respostas, explicações e previsões, e comunicar os resultados. A investigação exige a identificação de hipóteses, o uso do pensamento crítico e lógico, e a consideração de explicações alternativas" (NRC, 1996 *apud* HOFSTEIN; LUNETTA, 2003 e MILLER, 2006).

A AAAS¹³ (1993 *apud* WENNING, 2007) caracteriza a investigação científica como uma atividade mais complexa do que as concepções populares. Por exemplo, é um processo mais sutil e exigente do que a ideia ingênua de fazer um grande número de observações cuidadosas e depois organizá-las. É muito mais flexível que uma sequência rígida de etapas comumente descritas em livros como "o método científico". É muito mais do que apenas "fazer experiências", e ela não está confinada aos laboratórios.

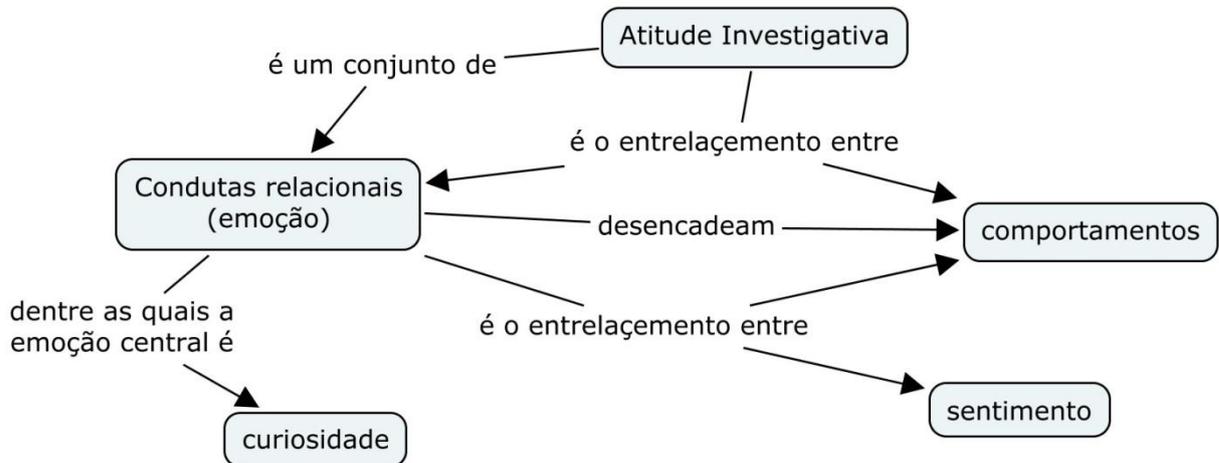
A National Science Teachers Association (NSTA, 2004) define a investigação científica de forma complementar: "a investigação científica é uma forma poderosa de entender o conteúdo da ciência. Os alunos aprendem a fazer perguntas e a utilizar as provas/evidências para respondê-las. No processo de aprendizagem através das estratégias de investigação científica, os alunos aprendem a conduzir uma investigação e a coletar provas/evidências a partir de uma variedade de fontes, desenvolver uma explicação a partir dos dados, e comunicar e defender as suas conclusões".

Considerando as definições anteriores, para este trabalho a atitude investigativa (Figura 3) é entendida como um conjunto de condutas relacionais, dentre as quais a curiosidade é a emoção central (MATURANA, 2002). Tais condutas são comportamentos movidos por um sentimento que é o prazer em aprender ciências. É a emoção que define a nossa ação, sendo a tarefa da formação humana o fundamento maior de todo processo educativo (MATURANA; REZEPKA, 2003). Dessa forma, a atitude investigativa é o entrelaçamento da emoção (o que me move) com o comportamento (ação em si), já a emoção (conduta relacional) é identificada no entrelaçamento de um comportamento com um sentimento (estrutura interna do organismo). Nesse sentido, a atitude investigativa pode ser identificada através de algumas ações (comportamentos) tais como, formulação de perguntas,

¹³ American Association for the Advancement of Science.

formulações de hipóteses, coleta de dados, proposição de procedimentos ou de estratégias para resolução do problema, identificação do problema, e outras (BRASIL, 1998).

Figura 3 – Esquema síntese de atitude investigativa



Embora as declarações acima sejam verdadeiras – e vários exemplos específicos do processo de investigação são dados nas definições apresentadas – essas caracterizações são de pouca ajuda para professores de ciências, que estão procurando uma definição mais detalhada que possa orientar o ensino de ciências. Sendo assim, no Quadro 3 fornece-se uma revisão bibliográfica, na qual procurou-se apresentar uma lista dos comportamentos encontrados nos artigos revisados com o propósito de orientar tanto a prática de professores como a identificação de tais comportamentos nesse trabalho.

Quadro 3 – Revisão bibliográfica dos comportamentos associados ao processo de investigação

Autores	Comportamentos/ações
Alonzo e Aschbacher (2004)	<ul style="list-style-type: none"> • Formular uma pergunta para ser investigada • Descrever as etapas a serem adotadas • Descrever as estratégias a serem adotadas • Justificar como o procedimento é um critério favorável • Fazer registros e anotações das estratégias e procedimentos • Criar uma tabela de dados para sintetizar as observações • Elaborar conclusões • Fornecer provas que sustentam as conclusões • Refletir sobre o planejamento experimental

Autores	Comportamentos/ações
Chow, Tse e Kuhlthau (2008)	<ul style="list-style-type: none"> • Formular perguntas • Planejar a investigação • Coletar, procurar e organizar as informações • Colaborar, cooperar e comunicar-se com os integrantes do grupo • Participar ativamente do trabalho e das discussões em grupo • Analisar, interpretar e avaliar dados e informações (desenvolver pensamento crítico) • Administrar tempo e distribuir tarefas • Apresentar e comunicar informações • Ler e escrever
IAP ¹⁴ (2006 <i>apud</i> HARLEN 2009)	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar perguntas que podem ser respondidas através da investigação • Desenvolver descrições, hipóteses (explicações) e previsões • Identificar e coletar informações relevantes para uma investigação • Pensar de forma crítica e lógica na análise e interpretação das evidências/provas e na elaboração das conclusões • Comunicar, informar e refletir sobre os procedimentos e explicações, tanto no falar como no escrever.
Johnson et al. (2004)	<ul style="list-style-type: none"> • Formular perguntas • Escolher os passos necessários para responder às perguntas • Descrever acontecimentos observados • Coletar dados para investigações usando instrumentos de medição e tecnologias. • Observar, estimar e medir. • Construir gráficos e visualizações para exibir dados. • Usar os dados para a produção de explicações • Relatar, comparar e exibir os resultados de investigações individuais e de grupo. • Coletar dados para investigações • Registrar e armazenar dados usando tecnologias disponíveis.
Kuhn e Pease (2008)	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar um objetivo ou uma pergunta • Formular hipóteses • Prever resultados • Propor procedimentos • Interpretar e analisar os dados

¹⁴ IAP: Inter Academies Panel

Autores	Comportamentos/ações
	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamentar os resultados com base em evidências e provas • Comparar e organizar as conclusões e as hipóteses • Apresentar os resultados
Miller (2007)	<ul style="list-style-type: none"> • Prever • Observar • Explicar
Miller (2006)	<ul style="list-style-type: none"> • Prever • Observar • Perguntar • Planejar • Rever, planejar e interpretar os dados • Explicar e apresentar os resultados
National Institute of General Medical Sciences	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar perguntas que podem ser respondidas através de investigações científicas. • Conceber e realizar uma investigação científica. • Utilizar ferramentas e técnicas apropriadas para coletar, analisar e interpretar os dados. • Desenvolver descrições, explicações, previsões e modelos com base em evidências. • pensar criticamente e logicamente para fazer as relações entre provas e explicações. • Reconhecer e analisar as explicações alternativas e previsões. • Utilizar a matemática em todos os aspectos da investigação científica.
Teo et al. (2007)	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar e planejar a investigação • Utilizar aparelhos e práticas experimentais • Analisar os dados e inferir • Comunicar os resultados (relatórios) • Refletir sobre as atividades e sobre a sua aprendizagem • Questionar (aprender a fazer perguntas)
Tomcho et al. (2008)	<ul style="list-style-type: none"> • Observar, medir e interpretar • Reconhecer e aplicar conceitos a uma teoria básica • Avaliar, sintetizar ou gerar uma teoria • Reconhecer, aplicar ou gerar procedimentos metodológicos; avaliar ou gerar raciocínio estatístico • Ter consciência de normas éticas, avaliar práticas éticas, e aderir a normas éticas • Entusiasmar-se pela investigação, objetividade/ subjetividade, parcimônia, ceticismo, e tolerância de ambiguidade

Autores	Comportamentos/ações
	<ul style="list-style-type: none"> • Selecionar recursos adequados, argumentar, e utilizar expressões comuns para se comunicar • Realizar as atividades, gerenciar os processos, ter liderança, construir consenso e debater ideias de forma a colaborar com os demais integrantes do grupo • Autoavaliação, ou seja, autorregulação e autorreflexão
Turgut (2008)	<ul style="list-style-type: none"> • Pergunta orientadora • Planejar • Investigar de forma objetiva, sistemática e criativa • Dominar técnicas de pesquisa • Comunicar-se de forma eficaz • Agir de forma harmoniosa e em sintonia com os integrantes do grupo • Desenvolver pensamento crítico • Avaliar
Wenning (2007)	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar um problema a ser investigado. • Usar a indução, formular uma hipótese ou modelo incorporando a lógica e a evidência. • Usar a dedução, gerar uma previsão da hipótese ou modelo. • Projetar procedimentos experimentais para testar a hipótese. • Realizar um experimento científico, observar ou simular para testar a hipótese ou o modelo: identificar o sistema experimental, identificar e definir variáveis operacionalmente e realizar um experimento controlado ou observar. • Coletar dados significativos, organizar e analisar os dados com precisão e exatidão: analisar dados para identificar tendências e relações, construir e interpretar um gráfico e desenvolver uma lei baseada em evidências usando métodos gráficos ou outros modelos matemáticos, ou desenvolver um princípio usando a indução • Aplicar métodos numéricos e estatísticos para dados numéricos para alcançar e apoiar as conclusões: usar a tecnologia e a matemática durante as investigações, aplicar métodos estatísticos para fazer previsões e para testar a precisão dos resultados e obter conclusões adequadas a partir das evidências • Explicar os resultados inesperados/imprevistos: formular uma hipótese ou modelo alternativo, se necessário, identificar e comunicar as fontes de erro experimental inevitável e identificar as possíveis razões para resultados inconsistentes, tais como fontes de erro ou condições não controladas • Usar a tecnologia disponível, o relatório ou o projetor e defender os resultados de uma investigação ao público, que pode incluir profissionais e especialistas técnicos.

Autores	Comportamentos/ações
Wu e Hsiehb (2006)	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar relações causais • Descrever o raciocínio do processo • Usar os dados como prova/evidência • Avaliar explicações • Perguntar e decidir questões • Procurar informações • Planejar investigações • Realizar as investigações • Analisar dados e obter conclusões • Criar artefatos • Compartilhar e comunicar os resultados

2.5 CONSIDERAÇÕES

Diante do exposto, justifica-se a criação e implementação de uma estratégia didática baseada na proposta de situações problemáticas que evidenciem fatos contextualizados. Nesse contexto, pretende-se que o estudante seja posto em situações de pesquisador que lhe permitam reconhecer a importância do trabalho coletivo e individual da investigação. Este tipo de atividade estimula uma variedade de comportamentos: desde a observação até a manipulação, da curiosidade à interrogação, do raciocínio à experimentação, o direito à tentativa e erro e ainda capacidades relacionadas com a comunicação, trabalho de análise e síntese e criatividade, em cuja conjugação se encontra um marco essencial para o desenvolvimento abrangente do indivíduo.

Afinal, é preciso investir em uma educação voltada para a formação integral do ser humano, que leve em conta seus pensamentos, seu corpo, e suas emoções, que o capacite a viver numa sociedade pluralista em constante processo de mudança. Isso requer, como observam Moraes (2003) e Morin (2001), além do desenvolvimento das dimensões cognitiva e instrumental, o desenvolvimento, também, da intuição, da criatividade, da responsabilidade, o investimento na transformação de si mesmo, considerando-se aspectos éticos, afetivos, físicos e espirituais. Assim, a educação, como propõe o relatório da UNESCO (DELORS, 2001), “deverá oferecer instrumentos e condições que ajudem o aluno a *aprender a aprender, aprender a pensar, a conviver e a amar*. Uma educação que o ajude a formular hipóteses, construir caminhos, tomar decisões, tanto no plano individual quanto no coletivo”.

Para dar conta dessa formação, deve-se buscar, para o ensino de ciências, o desenvolvimento de competências, habilidades e procedimentos mais do que quantidade de informação. Aliás, o ensino de ciências não se restringe a conferir competências, no âmbito da cultura científica, essenciais ao exercício dos deveres cívicos dos cidadãos (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002), mas persegue a construção de capacidades para avaliar criticamente situações de modo a procurar, através de um pensamento científico, a resposta a situações-problema relacionadas com o seu meio.

Isto gera novos desafios para o ensino, uma vez que não basta ensinar o que é conhecido, é também necessário capacitar o aluno para questionar, refletir, transformar e criar, através de uma estratégia educativa que prime pelo ensino que facilita a aprendizagem, bem como toda aprendizagem que desperta a emoção, favorecendo novas criações. Afinal, a capacidade de ver as coisas de um outro ponto de vista é fundamental para o processo criativo, e essa capacidade repousa na vontade de questionar toda e qualquer premissa, já que a criatividade é constitutiva do ser humano: nascemos criadores de mundos.

Nesse sentido, sabe-se, ainda que intuitivamente, que os contextos são determinantes de nossas condutas: basta pensar em como nos comportamos de maneiras diferentes, se estamos na praia ou no teatro, em um restaurante ou nos bancos da escola (COLINVAUX, 2005). Os contextos parecem dizer-nos, por mensagens silenciosas, o que se espera de nós. As ações humanas são, sempre, ações mediadas por um contexto. E essas ações são fortemente influenciadas pelas emoções. Pois não há ação humana sem uma emoção que a funde como tal e a torne possível como ato. Portanto, para compreender as ações dos estudantes, ou seja, os comportamentos desenvolvidos no AIA proposto, é necessário analisá-los tendo em vista o contexto específico das atividades em que elas ocorrem.

Sendo assim, considera-se que o ambiente proposto pode contribuir de forma significativa para os processos que potencializem o desenvolvimento de atitudes investigativas e para as discussões sobre a formação de ambientes interativos de aprendizagem de âmbito informal ligado ao ensino ciências.

No capítulo 3, apresenta-se a metodologia de investigação e de análise dos dados coletados.

3. METODOLOGIA

Neste capítulo será apresentada a perspectiva metodológica adotada para esta pesquisa, considerando os referenciais teóricos e os procedimentos assumidos ao longo do trabalho.

A presente investigação está inscrita em uma perspectiva de caráter qualitativo de estudo de caso (YIN, 2005) e toma como sujeitos doze alunos do Ensino Médio de uma escola da Rede Pública Estadual do Rio Grande do Sul, situada na cidade de Estrela, participantes do estudo na implementação do Ambiente Interativo de Aprendizagem (AIA)¹⁵, durante o segundo semestre de 2011. O contexto da pesquisa constitui-se da implementação de um Curso de Extensão intitulado “Detetive por um dia - aprendendo a investigar por meio da Ciência Forense e Investigação Criminal” realizado no Centro Universitário UNIVATES (Lajeado – RS/Brasil). Esse estudo iniciou em março de 2011, sendo que a etapa de coleta de dados ocorreu no segundo semestre de 2011.

Os sujeitos participantes desse estudo foram escolhidos intencionalmente, de acordo com sua representatividade como casos prototípicos e pela disponibilidade de participarem da pesquisa. Além disso, para a escolha dos estudantes foi observado seu interesse pela temática, e sua postura, ou seja, alunos que em contexto formal de ensino normalmente envolvem-se e realizam as atividades propostas, demonstrando, em graus distintos, seu comprometimento. A intenção desse estudo de caso era de trabalhar com estudantes que tivessem comportamentos bastante diferentes, como aqueles que em sala de aula aparentam ser curiosos por natureza e, em contraposição, alunos que não tenham essa postura evidenciada nas suas práticas escolares. Cabe destacar que essa escolha só foi possível devido à imersão da pesquisadora – professora dos alunos nessa escola – no convívio escolar com os sujeitos da pesquisa. Os alunos que participaram da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 1).

Os dados coletados correspondem aos materiais produzidos pelos sujeitos durante sua participação no AIA, especificamente às respostas a guias de reflexão, questionários e diários, depoimentos, entrevistas, bem como as gravações em áudio e vídeo. Utiliza-se a análise textual discursiva (MORAES; GALLIAZZI, 2007) como estratégia de análise qualitativa de dados.

¹⁵ A proposta didática do AIA foi organizada na forma de um artigo intitulado "Aprendiendo a investigar por medio de la Ciencia Forense e Investigación Criminal" e será publicado na Revista Eureka sobre Enseñansa y Divulgación de las Ciencias, em 2013.

Como já descrito anteriormente, a investigação objetivou analisar como o Ambiente Interativo de Aprendizagem (AIA) orientado pelo Modelo Didático Investigativo favorece o desenvolvimento de atitude investigativa (conjunto de comportamentos) de seus participantes. No que segue, são apresentados detalhamentos acerca deste planejamento, os dados coletados para a investigação e a modalidade de análise utilizada para se chegar aos resultados.

3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a execução desta pesquisa, foram realizadas as seguintes etapas metodológicas:

3.1.1 Etapa 1 - Design Instrucional

Entende-se por design instrucional o processo sistemático de aplicar princípios gerais de ensino e aprendizagem ao planejamento e desenvolvimento tanto de materiais instrucionais quanto de experiências de aprendizagem, podendo também ser entendido como projeto pedagógico. Juntamente com os princípios, foi necessário considerar para o planejamento e a seleção das atividades constituintes do AIA: o público-alvo (conhecimentos, interesses e expectativas dos participantes); a adequação do tema e dos conhecimentos envolvidos ao público-alvo (nível de formulação dos conceitos abordados, linguagem acessível, etc.); recursos necessários (fotos, vídeos, equipamentos, diagramas, tutoriais, estudo de casos, etc.); ações dos participantes sobre os diferentes tipos de recursos (observar, coletar, analisar, discutir, simular, etc.); entre outros aspectos.

Nesta etapa, foram delineados três componentes do AIA:

- **Cenário:** trata-se do mundo em que os jogadores estarão, tanto geograficamente quanto temporalmente, podendo conter uma descrição real ou hipotética do assunto a ser abordado. Neste componente, o planejamento é fundamental, pois o modo como o cenário é apresentado se torna justamente o problema que os personagens terão que solucionar.
- **Personagens:** são as projeções da fantasia dos participantes dentro do cenário proposto. Os personagens possuem habilidades que definem suas capacidades de interagir com o cenário, sendo definidas por um sistema de regras e adquiridas pelo participante de acordo com seus interesses e capacidades.

- Trama: é a aventura ou mistério (para esta pesquisa, um caso criminal) que se passa dentro do Cenário e que os Personagens seguem para tentar solucioná-lo. Por ser uma etapa bastante complexa, a construção do design instrucional poderá necessitar, em alguns momentos, de avaliações de versões preliminares à etapa de Produção.

Sendo assim, a proposta didática do AIA foi inspirada nos jogos de RPG – *Roleplaying Game*, que significa “Jogo de Representação de Papéis”, no qual os jogadores assumem uma identidade dentro de uma trama e um cenário definidos pelo jogo para completarem uma busca ou aventura, e planejada para oferecer situações-problema e recursos (bibliográficos, experimentais, tecnológicos) aos participantes, de modo que eles pudessem, ao interagir com tais recursos, expressar suas ideias, a fim de resolver o problema proposto. Cabe mencionar, que as atividades foram orientadas pelo Modelo Didático Investigativo (PORLÁN, 1993), o qual propõe a investigação como metodologia didática em alternativa aos métodos passivos de ensino.

Dessa forma, as atividades propostas foram concretizadas na tentativa de solução de um crime fictício, na qual os participantes puderam procurar evidências, coletar pistas, analisar e avaliar provas e realizar experimentos, de modo a desenvolver comportamentos investigativos e vivenciar aplicações científicas.

3.1.2 Etapa 2 – Produção do Ambiente Presencial

A proposta didática do AIA presencial foi produzida sob forma de dois cenários físicos: a “Cena de Crime” e um “Laboratório de Análises Forenses”. A Cena de Crime era composta por um cenário (simulação de uma história fictícia), personagens (sujeitos) e a problemática (resolução do crime). A história do crime, mostrada no Apêndice 2, é de conhecimento apenas dos proponentes do AIA, não sendo apresentada aos alunos participantes da investigação. Além disso, a cena do crime continha pistas para a resolução do mistério, tais como, copos com bebida, mural com fotos, corpo, sangue, balas na parede e na janela de vidro, pegadas no chão, celular com as últimas ligações e mensagens, impressões digitais em vários objetos, além de móveis e outros artigos que representavam uma casa no qual o crime ocorreu (Apêndice 3).

No Laboratório de Análises Forenses, por sua vez, os participantes podiam realizar experimentos relacionados à análise de impressões digitais, pegadas, sangue, balística, entorpecentes e etanol e pesquisar dados relacionados à trama. Para isso, o laboratório possuía lupas, luvas, sacos plásticos (para coleta das amostras), toucas, propés, pinças, vidrarias, kits de reagentes para as análises químicas, um computador contendo um banco de dados com materiais bibliográficos para pesquisa referente às evidências já mencionadas (Apêndice 4¹⁶) e com entrevistas a suspeitos e testemunhas (Apêndice 5).

De forma específica, o material bibliográfico (banco de dados no computador) continha textos explicativos e roteiros para práticas referentes às evidências de sangue, impressão digital, pegadas, balística, entorpecentes e etanol e outras análises que achassem necessárias. Todo esse material, apresentado no Apêndice 4, foi elaborado pela autora desta dissertação, tendo por base publicações disponíveis na internet, específicas sobre a ciência forense (CHEMELLO, 2006; CHEMELLO, 2007a,b,c; FREEMAN, 2008; HARRIS, 2002; LAYTON, 2005). Por exemplo, no material das impressões digitais, aparecia uma descrição do que vem a ser uma impressão digital, as diferenças entre elas, onde elas podem ser encontradas e porque e como são formadas. Também, uma descrição dos métodos que podem ser usados para coletá-las e como podem ser analisadas. Além disso, para que fosse possível aos alunos identificar a quem pertence cada uma das impressões digitais recolhidas na cena do crime (digitais de possíveis suspeitos, das pessoas que estavam no local do crime, etc.), foi necessário compará-las com as digitais de uma base de dados, tentando encontrar os traços característicos de cada uma para chegar ao possível suspeito. Para isso criou-se um banco de dados para digitais (Apêndice 6), recolhendo impressões digitais de diversas pessoas voluntárias, organizando-as em fichas contendo informações pertinentes, como se fosse uma ficha cadastral.

Além disso, para uso dos peritos forenses – ou seja, os grupos de estudantes –, criou-se blocos de detetive (Apêndice 7), pirâmides para sinalizar cada um dos tipos de evidências que pudessem ser identificadas (Apêndice 8), fichas para a anotação de cada uma dessas evidências (Apêndice 9) e uma ficha cadastral (Apêndice 10) para que os participantes pudessem registrar as informações necessárias quanto às pessoas envolvidas na trama, a fim de auxiliá-los na análise e conclusões.

¹⁶ As principais informações apresentadas nesse apêndice foram organizadas da forma de um artigo intitulado "A utilização da Ciência Forense e Investigação Criminal como estratégia didática na compreensão de conceitos científicos" (SEBASTIANY et al, 2013).

Uma vez que se pretendia construir um ambiente itinerante, isto é, que pudesse ser montado em qualquer espaço coberto, os componentes de ambos cenários deveriam ser móveis, de fácil montagem e armazenamento.

3.1.3 Etapa 3 – Implementação

A implementação das atividades no AIA presencial ocorreu através da organização de visitas em um espaço destinado pela Instituição de Ensino Superior para tal fim. As atividades que compõem a proposta didática do AIA foram estruturadas em cinco momentos, conforme será descrito a seguir, as quais foram aplicadas em dois encontros, totalizando 10 horas. Os doze alunos participantes foram organizados em grupos de quatro integrantes separados uns dos outros, uma vez que a interação entre eles poderia interferir, em alguma medida, na explicitação, na identificação, no desenvolvimento e na resolução da situação proposta.

Momento 1: Apresentação da proposta

Nessa primeira etapa da proposta didática foi realizada a recepção dos alunos e a apresentação da proposta, com ênfase na temática Ciência Forense e Investigação Criminal. Além disso, foi aplicado um questionário (Quadro 4) – respondido individualmente por cada aluno –, a fim de identificar as suas curiosidades e interesses no curso.

Quadro 4 – Questionário inicial

<p><i>Questionário Inicial</i></p> <p><i>O que levou você a participar desse curso?</i></p> <p><i>O que você espera aprender?</i></p> <p><i>O que você acha que vai fazer?</i></p>

Em seguida, foi explicado de forma mais específica aos alunos como a proposta de trabalho seria desenvolvida e o que fariam durante os encontros – sendo convidados a desvendar um crime fictício, o qual foi elaborado especialmente para essa atividade, assumindo o papel de peritos forenses, cujo objetivo era a procura de provas na tentativa de solucionar um crime.

Foi relatado, ainda, que essa atividade seria realizada sempre em grupo – assim como apresentadas pelas séries televisivas, por exemplo, CSI (sigla referente a *Crime Scene Investigation*) –, ou seja, uma equipe, que vai desenvolver um trabalho em conjunto, de forma cooperativa e integrativa. Cabe destacar que os alunos não tiveram acesso à história do crime (que se encontra no Apêndice 2), ela serviu apenas para o desenvolvimento da proposta didática. Além disso, essa etapa, bem como a segunda, foram realizadas sem que os alunos tivessem acesso aos cenários desenvolvidos.

Momento 2: Identificando as hipóteses dos alunos versus primeiras ideias sobre o crime

Nesse momento, os alunos foram convidados a ouvir o depoimento do “Policial que atendeu a ocorrência do crime”, o qual apresenta sucintamente o caso da história fictícia (Quadro 5).

Quadro 5 – “Depoimento do Policial” criado para a proposta

Tendo a sala de operações da Polícia Militar recebido uma ligação do Sr. Junior Carlos Holmes na sexta-feira pela manhã do dia 04 de dezembro, fui até a casa da vítima, localizada na rua Ciência / nº 307 / do bairro Forense, um bairro localizado no subúrbio da cidade. Segundo a mãe da vítima – primeira a encontrar o corpo –, a porta da casa encontrava-se aberta e, ao entrar, visualizou o corpo da vítima de bruços na sala de estar, sem vida há mais de 5 horas segundo os paramédicos que já se encontravam no local. Em volta do corpo havia uma poça de sangue proveniente da cabeça, a qual estava perfurada, provavelmente causada por uma arma de fogo de pequeno ou médio calibre. Ao lado do corpo estava a Mãe da vítima, Sra. Amélia Forensics, juntamente com o autor da ligação, Sr. Junior Carlos Holmes, primeiro vizinho à direita da vítima. Posteriormente, recebemos a informação que o nome da vítima era Sr. Robson Forensics. O local foi totalmente isolado para preservar as evidências e o IGP (Instituto Geral de Perícias) acionado.

Depois, foi solicitado que os alunos elaborassem perguntas nos seus respectivos grupos e as registrassem em uma folha, caso fosse possível interrogar o policial a respeito do que encontrou na cena do crime. Dessa forma foi possível identificar suas perguntas iniciais e se identificaram o problema a ser resolvido.

Questionamento realizado aos alunos nessa etapa: *Se vocês pudessem fazer algumas perguntas ao policial, sobre o suposto crime, que perguntas vocês gostariam de lhe fazer?*

Em seguida, realizou-se uma conversa orientada pelo Roteiro 1 (Quadro 6) com cada pequeno grupo. Esta conversa tinha como objetivo identificar as hipóteses dos alunos (*o que*

pensam) e seus procedimentos (*como pensam em fazer*), a fim de solucionar o crime em questão, e de identificar a percepção dos alunos sobre a função de um perito forense.

Para finalizar essa etapa, os alunos receberam alguns materiais como luvas, propés, toucas e algumas informações quanto aos procedimentos, para evitar que contaminassem as evidências na cena do crime. Salienta-se que essa lista de procedimentos é genérica, pois ela tinha o objetivo de auxiliar os alunos quanto à forma de coletar as evidências e não de apontar os passos que deveriam ser seguidos por eles ao coletar as mesmas.

Quadro 6 – Roteiro 1: Nossas primeiras ideias

Roteiro 1: Nossas primeiras ideias

Vamos imaginar que vocês estivessem agora no local onde ocorreu o suposto crime. Dessa forma, levando em conta o depoimento do policial que está no Quadro 5, respondam:

- 1) Na opinião do grupo, qual é a função de um perito forense? O que ele faz?*
- 2) Qual seria, para vocês, a primeira atitude de perito ao chegar na cena do crime?*
- 3) O que vocês fariam a seguir?*
- 4) Como vocês fariam isso?*
- 5) Quais evidências, na opinião de vocês, podem ser encontradas na cena para ajudar a solucionar o caso ou que evidências vocês iriam procurar? E por que essas evidências?*
- 6) Como vocês acham que podemos coletar essas evidências na cena do crime?*
- 7) Imaginem que vocês já estivessem na cena do suposto crime: vocês iriam se organizar de alguma forma para coletar as evidências-pistas ou não? De que forma?*
- 8) Como será que poderíamos identificar (descobrir) quantas e quais pessoas estavam no local do crime?*
- 9) Quais tipos de objetos vocês coletariam?*
- 10) O que mais vocês acham que poderiam fazer inicialmente para obterem mais informações?*
- 11) Num primeiro momento, o que vocês acham que aconteceu no local do crime? Por que esse crime foi cometido?*

Momento 3: Conhecendo a cena

Nesse momento os alunos foram conhecer a cena do crime. Primeiramente, foi solicitado que apenas observassem (não tocassem em nada) olhando-a pela sua parte externa, que estava isolada. Distante da cena do crime, os grupos se reuniram para fazerem suas primeiras anotações e observações e planejarem o próximo passo a ser seguido para desvendar o crime. Essas foram registradas sob a forma do guia de reflexão 1, apresentado no Quadro 7, de forma a auxiliá-los na organização e análise do caso, pois a observação é de vital importância para projetar mentalmente as suas ideias a respeito do crime, a fim de traçar um roteiro de coleta e análise.

Quadro 7 – Guia de Reflexão 1: Chegando na cena

Guia de Reflexão 1: Chegando na cena...

Nesse momento, vocês irão apenas observar/olhar a parte externa da cena do crime, não tocando em nada. Lembrem-se que vocês devem registrar tudo nesse guia de reflexão que receberam:

O que estão observando?

Há algo “novo” se comparado com o vídeo que assistiram? Se sim, o quê?

Em grupo, discutam e planejem qual será o próximo passo a ser seguido para tentar desvendar o suposto crime?

Além disso, queremos que elaborem, em seus respectivos grupos, uma síntese das principais evidências que podem ser analisadas e das suas primeiras ideias a respeito do crime.

Em seguida, os alunos entraram na cena do crime e começaram a procurar e identificar as possíveis evidências, as quais foram orientadas pelas suas hipóteses. Antes disso, algumas orientações lhes foram passadas, tais como: *ao entrar na cena, considerar alguns cuidados necessários (de acordo com a lista de procedimentos que receberam) para que as evidências não sejam contaminadas; em um primeiro momento, não tocar em nada, apenas observar e realizar as anotações que acham necessárias.* Ainda, foi solicitado que considerassem as discussões e reflexões realizadas e as orientações recebidas desde o primeiro momento, informando que as mesmas seriam relevantes para o desenvolvimento do restante do trabalho.

Após terem trabalhado por algum tempo, realizou-se uma conversa com os alunos, de acordo com os questionamentos do Roteiro 2 (Quadro 8). As perguntas 1 e 2 foram realizadas antes dos alunos entrarem na cena.

Quando essa etapa foi concluída, os alunos saíram da cena do crime para elaborar uma síntese das suas primeiras ideias a respeito do crime, ou seja, procurando descrever: *“O que já podem dizer sobre o que aconteceu?”*. Possibilitou-se, dessa forma, que os alunos exponham suas ideias, opiniões, dúvidas, curiosidades, constatações, e conclusões e ao mesmo tempo escutem seus colegas. Assim, proporcionou-se um momento de troca entre todos, como forma de refletir, oportunizando o posicionamento crítico, a argumentação e a defesa de ponto de vista.

Quadro 8 – Roteiro 2: Entrando e observando a cena

Roteiro 2: Entrando e observando a cena...
1) Ao entrar na cena, o que chama a atenção de vocês num primeiro momento? Por quê?
2) Estando agora na cena do crime, qual é a primeira atitude a ser tomada pelo grupo?
3) O que vocês observam?
4) O que estão pensando em fazer?
5) Como acham que devem proceder na tentativa de solucionar o caso?
6) Que evidências vocês pensam em procurar? E o que pretendem fazer com elas?
7) Quais objetos vocês pretendem coletar? E como farão para coletá-los?
8) E vocês estão pensando em se organizar de alguma forma para coletar essas evidências/pistas? De que forma? Quem fica responsável por coletar o quê, ou todos vão trabalhar juntos em todos os momentos? Como vocês estão pensando em fazer? Por quê?
9) Como vocês farão para identificar/descobrir quantas e quais pessoas estavam envolvidas no local do crime no dia que o mesmo ocorreu?
10) Quem poderiam ser os possíveis suspeitos?
11) Que tipos de ferimentos podem ser identificados na vítima? Como a vítima foi atingida? Como vocês podem confirmar isso?
12) Que análises vocês acham que serão necessárias realizar para desvendar esse crime? E como pretendem fazê-las? E como estas análises ajudarão vocês a desvendar o possível culpado pelo ocorrido com a vítima?
13) Como vocês farão para identificar/descobrir o autor do crime?

Momento 4: Analisando a cena

Nesse momento os alunos se tornaram os detetives e começaram a procurar evidências na cena do crime, seguida da análise das mesmas (no laboratório de análises forenses), a fim de solucionar o problema. Os pesquisadores¹⁷ do curso ficaram responsáveis por orientar os alunos quanto às análises e informá-los dos materiais disponíveis para serem solicitados.

Ainda nessa etapa de análise, os pesquisadores procuraram orientar o “olhar” dos alunos quanto aos registros que poderiam fazer referentes à coleta de dados e análises realizadas. Essas orientações são apresentadas no Quadro 9.

Cabe destacar que os pesquisadores estiveram presentes durante a realização das atividades pelos grupos, principalmente na coleta de evidências e análise das provas. Dessa forma, foi possível instigá-los à discussão e à reflexão sobre o que pensavam fazer e o que estavam fazendo.

¹⁷ Os pesquisadores são a autora e a co-orientadora dessa dissertação e um aluno de Iniciação Científica, que desenvolveram a proposta didática em conjunto com os alunos.

Quadro 9 – Orientações para registros

Orientação: Analisando a cena...

Nesse momento, vocês farão alguns registros em seus diários, levando em consideração as seguintes orientações:

- *fazer o registro de todas as evidências coletadas pelo grupo*
- *descrever as análises realizadas (técnica)*
- *descrever como fizeram para avaliar as provas (interpretação da técnica)*
- *descrever quais foram os procedimentos, ou seja, a sequência de passos que utilizaram para desvendar o caso*
- *ao final, devem elaborar uma síntese sobre o caso. Para isso, colocamos alguns questionamentos que podem auxiliá-los para que não percam as informações mais relevantes, tais como: Que pistas/evidências vocês têm sobre este crime? E o que cada uma delas indica? Como vocês farão para verificar/identificar se o suspeito tentou ocultar alguma pista? Na opinião de vocês, quem é o assassino? Por quê? Explique detalhadamente o que os leva a acreditar nisso. O que vocês acham que aconteceu no local do crime?*

Momento 5: Desvendando o caso

Com o intuito de finalizar a proposta didática, foi proposto que o grupo de trabalho elaborasse um laudo (Guia de reflexão 2, apresentado no Quadro 10) contendo as evidências coletadas, as análises que realizaram e como fizeram para avaliar as provas, além de relatar as suas conclusões e apresentar quais foram os procedimentos, ou seja, a sequência de passos que utilizaram para desvendar o caso. Dessa forma, possibilitou-se que os alunos explicitassem suas ideias, opiniões, dúvidas, curiosidades, constatações, e conclusões e ao mesmo tempo escutassem seus colegas. Assim, proporcionou-se um momento de troca entre todos, como forma de refletir, analisar, avaliar, julgar, oportunizando o posicionamento crítico, a argumentação e a defesa de ponto de vista.

Quadro 10 – Guia de reflexão 2: Desvendando o caso

Guia de reflexão 2: Desvendando o caso...

Como forma de finalizarmos o trabalho que vocês realizaram na tentativa de solucionarem o crime fictício proposto, pedimos que elaborem um laudo contendo:

- *as evidências coletadas*
- *as análises que realizaram e como fizeram*
- *como fizeram para avaliar as provas*
- *apresentar quais foram os procedimentos, ou seja, a sequência de passos que utilizaram para desvendar o caso*
- *relatar as suas conclusões! O que aconteceu na cena do crime? Que evidência(s) comprova(m) isso?*

Por fim, os alunos responderam individualmente a um questionário final (Quadro 11), para que pudessem fazer uma avaliação do curso e da proposta desenvolvida.

Quadro 11 – Questionário final: Avaliação do curso

<p>Questionário final: Avaliação do curso...</p> <p><i>O que você mais gostou? Explique.</i></p> <p><i>O que você menos gostou? Explique.</i></p> <p><i>O que você achou da maneira como a temática foi abordada durante nossos encontros? Comente.</i></p> <p><i>Escreva um pouco sobre o que mais você gostaria de saber (interesses e curiosidades).</i></p> <p><i>Vocês perceberam que aprenderam? Como vocês percebem isso?</i></p> <p><i>Quais atividades mais chamaram atenção? Por quê?</i></p> <p><i>Quais foram as atividades que mais proporcionaram informações?</i></p> <p><i>Qual foi a vivência que lhe despertou maior curiosidade?</i></p>

3.2 MODALIDADES DE ANÁLISE

A análise dos dados foi realizada sobre os momentos 2, 3, 4 e 5, já que o momento 1 referia-se apenas à apresentação do trabalho a ser realizado. Além disso, esses momentos foram divididos em etapas, conforme é apresentado no Quadro 12.

Para a identificação e análise da atitude investigativa (conjunto de comportamentos investigativos) desenvolvidos em cada um dos quatro momentos pelos alunos investigados, após a coleta de dados, foram extraídas as unidades de informação relevantes, seguindo da categorização destas unidades. Sendo que para a designação de cada aluno foram utilizados nomes fictícios.

Para facilitar a visualização das categorias, ou seja, dos comportamentos investigativos, optou-se pela elaboração de esquemas. Sendo assim, é possível ter uma visão geral dos comportamentos identificados em cada uma das etapas analisadas, na qual, para cada esquema, serão destacadas algumas unidades de informação que dão validade à construção das categorias. Todo o processo de unitarização, categorização e criação dos esquemas foi realizado através do software de análise qualitativa ATLAS TI (versão 5.2). Uma vez que esse processo envolve uma determinada complexidade, já que as unidades de informação seriam extraídas das filmagens de vídeos, para facilitar a organização desses dados optou-se pela utilização de uma ferramenta que possibilitasse identificar semelhanças e diferenças de forma simultânea, na comparação entre os comportamentos identificados em cada um dos quatro momentos e/ou etapas do grupo de forma isolada.

Quadro 12 – Etapas que compuseram cada momento a ser analisado

Momentos	Etapas observadas
Momento 2 – identificação das hipóteses dos alunos <i>versus</i> primeiras ideias sobre o crime	Etapa 1: A atividade proposta aos alunos foi de primeiramente ouvir o relato do depoimento do “Policial que atendeu a ocorrência do crime” e, em seguida, elaborar perguntas, caso fosse possível interrogar esse policial a respeito do que encontrou na cena do crime, a fim de obterem mais informações sobre o caso.
	Etapa 2: Realizou-se uma conversa orientada – perguntas 1 a 6 do Roteiro 1 – através das quais foi possível identificar os comportamentos investigativos associados à percepção dos alunos quanto à função de um perito forense.
	Etapa 3: Realizou-se a continuidade da conversa orientada – perguntas 7 a 11 do Roteiro 1 –, através das quais foi possível identificar os comportamentos investigativos associados à percepção dos alunos quanto ao que pretendem fazer quando no ambiente.
Momento 3 – conhecendo a cena	Etapa 1: A atividade proposta aos alunos foi de conhecer a parte externa da cena do crime, sobre a qual apenas fizeram observações, não tocando em nada.
	Etapa 2: Os alunos entraram na cena do crime e começaram a fazer observações sobre a parte interna da cena, não tocando em nada.
	Etapa 3: Foi realizada uma conversa orientada sobre as observações realizadas pelo grupo e também houve momentos em que o grupo pode fazer observações e discussões livres sem a intervenção do pesquisador.
	Etapa 4: A atividade proposta aos alunos foi a elaboração de uma síntese das primeiras ideias do grupo a respeito do crime.
Momento 4 – analisando a cena	Os alunos assumem o papel de peritos, procurando e analisando evidências na cena do crime, a fim de solucionar o problema proposto.
Momento 5 – desvendando o caso	Com o intuito de finalizar a proposta desenvolvida, foi solicitado que o grupo elaborasse um laudo, contendo uma síntese das ideias, ou seja, um relato das suas conclusões para desvendar o caso.

Cabe destacar, que para essa pesquisa optou-se pela análise de apenas um dos três grupos investigados, uma vez que a identificação dos comportamentos pressupõe determinada complexidade e a quantidade de dados fruto da implementação do AIA era bastante extensa, e assim sendo, exigiria um tempo maior. Além disso, essa decisão foi tomada com o propósito de realizar um estudo de caso mais minucioso, detalhista e complexo, e uma vez que se

verificou, com relação aos três grupos, o aparecimento dos mesmos comportamentos investigativos, com algumas especificidades, contudo sem diferença significativa com relação ao todo. Também foi observado, nessa escolha, o grupo que apresentou uma maior variedade de comportamentos.

No que segue serão apresentados os comportamentos (categorias) utilizados para a análise dos dados, assim como, uma descrição de cada categoria, no sentido de fornecer uma melhor compreensão de sua identificação. Essas categorias foram construídas inicialmente tendo por base o Quadro 3 elaborado na fundamentação teórica – o qual apresenta uma síntese de comportamentos investigativos encontrados nos artigos revisados –, e em seguida, foram adaptadas segundo as ações dos estudantes no decorrer do desenvolvimento das atividades.

Propor perguntas simples (PPS): perguntas simples são aquelas associadas a uma única variável ou a perguntas padrão – perguntas que podem ser realizadas em qualquer tipo de crime – e fornecem uma resposta imediata.

Propor perguntas elaboradas (PPE): perguntas elaboradas estão associadas a mais de uma variável e ligadas especificamente ao crime fictício proposto, sendo assim, não fornecem uma resposta imediata, precisam ser investigadas.

Procurar informações – observar (O): quando a observação gera alguma informação, o ato de observar pode ser identificado através de vários sentidos humanos, tais como, a visão (o “olhar” na cena do crime), a audição (relato do policial, depoimentos de testemunhas e suspeitos).

Procurar informações – coletar (C): trata-se do momento em que as evidências, provas e objetos são coletados ou há o propósito de serem coletados e quando um determinado procedimento ou ato experimental é realizado, por exemplo, a técnica de impressões digitais.

Registrar informações (RI): trata-se da ação de registrar e documentar informações de forma livre e individual, sob forma escrita, nos blocos de peritos ou por meio de fotografias, e quando as fichas de evidências são preenchidas e as pirâmides de identificação dessas evidências são colocadas na cena de crime. Sua finalidade está associada com a importância e relevância do registro das informações, para que não se percam e/ou sejam compartilhadas com os demais colegas posteriormente ou durante a investigação.

Propor procedimentos e análises (PPA): esse comportamento está associado a uma conduta mais específica, no sentido de projetar um determinado procedimento ou ato, de ordem experimental ou não, para testar alguma previsão/hipótese e/ou obter outras informações, ou seja, quando se percebe que a ação determina a forma como as informações e dados serão coletados.

Organizar as informações (OI): quando o grupo sintetiza as informações, estratégias e procedimentos de forma a levar em conta os registros realizados por cada sujeito individualmente.

Procurar informações – interpretar (I): essa atitude é percebida no observar, no coletar e através da análise e avaliação dos dados. Dessa forma, envolve raciocínio lógico de causa e efeito.

Explicar (E): quando envolve uma explicação mais simples, ou seja, não é considerada como criar argumentos.

Compartilhar e comunicar informações (CCI): esse comportamento pode ser identificado quando os integrantes do grupo compartilham dados, hipóteses, ideias e resultados entre si, isto é, quando comunicam-se com os integrantes do grupo, havendo uma troca de informações.

Colaborar na gestão de processos e na realização da investigação (CPRI): quando participam ativamente do trabalho e das discussões e reflexões em grupo, ou seja, vão além de simplesmente compartilhar informações, o que envolve confiar em que o outro "realize" as tarefas. Dessa forma, esse comportamento também pode ser identificado quando o grupo ou parte dele realiza algum procedimento de forma conjunta.

Planejar a investigação (PI): quando o grupo propõe ou adota passos e estratégias a serem seguidas. Assim, em algumas situações, esse comportamento também pode ser identificado na conduta do líder, quando esse, no ato de liderar, distribui tarefas que envolvam etapas a serem seguidas.

Investigar de forma objetiva e sistemática (IOS): quando ocorre a ligação entre algumas informações obtidas, ou seja, entre algumas variáveis. Isto significa que o grupo ao realizar a investigação considera as informações anteriores como importantes, dessa forma agem de acordo com um objetivo interno constituído. Esse comportamento também pode ser

identificado quando os integrantes do grupo tomam cuidado em não danificar as evidências e provas na cena de crime.

Construir consenso (CC): quando os integrantes do grupo chegam a um comum acordo com relação às discussões e reflexões sobre o crime.

Liderar (L): essa atitude é uma maneira de ser e de agir, que pode ser percebida quando algum integrante do grupo adota a postura de distribuir tarefas e/ou de conduzir os demais colegas, transformando-os numa equipe, para que contribuam voluntariamente e com entusiasmo para alcançarem objetivos comuns e de organização. O líder tem a capacidade de influenciar os demais. Cabe destacar que essa atitude de liderança não é imposta mas sim participativa e democrática. O líder é apenas um membro do grupo que age de forma objetiva e limita-se aos fatos.

Propor hipóteses (PH): a proposição de hipóteses pode ser identificada após a interpretação, isto é, quando além de interpretar o sujeito propõe uma possível explicação e/ou previsão sobre algum acontecimento relacionado ao crime.

Criar argumentos (CA): esse comportamento é percebido quando as hipóteses, ideias e dados são justificados e utilizados com a intenção de defender seu ponto de vista, e envolve a temporalidade dos dados, e o sujeito agrega vários dados em sua explicação.

Avaliar hipóteses (AH): esse comportamento pode ser percebido quando os alunos procuram avaliar as suas hipóteses e/ou dos demais – inferir sobre os dados evidenciados, de forma a perceber se a hipótese apresentada é válida.

Avaliar explicações (AE): esse comportamento é identificado quando os alunos procuram avaliar seus argumentos e/ou dos demais – inferir sobre os dados evidenciados, de forma a perceber se a explicação e/ou justificativa apresentada é válida. Para avaliar se uma teoria ou explicação é válida requer que o estudante seja capaz de imaginar a aplicação da "teoria" ou da explicação à situação específica de modo a antever suas implicações. Uma vez extraídas as implicações, elas podem ser utilizadas para simular os fenômenos mentalmente, processo que produz previsões susceptíveis de verificação. Essa ação demanda conhecimento e o desenvolvimento da prática de modelamento por meio de atividades explicitamente voltadas para este propósito. Ou seja, esse processo demonstra a capacidade de conceber testes empíricos para uma teoria ou explicação e é uma tarefa bastante complexa e envolve

processos de modelamento para o desenvolvimento de recursos cognitivos que lhes permitam compreender e avaliar as ideias.

Autorregulação (ARG): esse comportamento é compreendido como o processo em que os sujeitos estabelecem metas que interagem com suas expectativas, desenvolvendo estratégias para alcançá-las, criando condições para que a ação se efetive. Para isto, é preciso que a ação se fundamente na reflexão consciente sobre a compreensão do significado dos problemas que surgem decidindo as ações numa espécie de diálogo consigo mesmo.

Analisar os dados (AD): esse comportamento ocorre quando os alunos examinam com atenção a relação entre as partes. Assim sendo, esse comportamento pode ser evidenciado de diversas formas, tais como, quando analisam e consideram as explicações alternativas e previsões (quando aparecem diferentes ideias sobre o crime e os alunos procuram analisá-las); quando analisam, interpretam e avaliam dados e informações (desenvolver pensamento crítico).

Fazer conclusões (FC): quando os alunos utilizam os dados e informações disponíveis para propor uma teoria sobre o crime.

Entender o tipo de prova que poderia apoiar ou contradizer a teoria (EP): o aluno consegue supor a existência de evidências que corroboram ou não com a sua ideia e/ou teoria proposta.

Descrever o processo de raciocínio (DPR): quando os alunos explicitam os passos que os levaram à formulação de suas previsões, análises, resultados e/ou conclusões.

Utilizar os dados como prova para apoiar ou contradizer a teoria (UP): esse comportamento é identificado quando os alunos fornecem provas que sustentam as suas conclusões.

Retroalimentação (R): quando os alunos reveem as suas hipóteses, ideias e conclusões.

Autorreflexão (ARF): quando ocorre a reflexão (o "pensar") sobre as suas próprias ações.

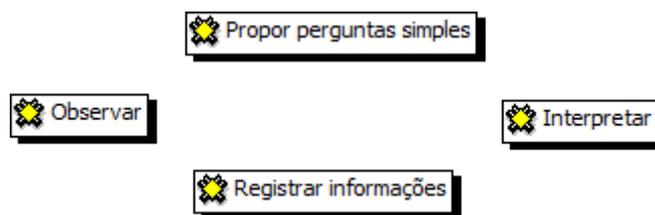
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES¹⁸

4.1 MOMENTO 2

4.1.1 Etapa 1

Nessa etapa, a atividade proposta aos alunos foi de primeiramente ouvir o relato do depoimento do “Policial que atendeu a ocorrência do crime”, em seguida, que elaborassem perguntas, caso fosse possível interrogar esse oficial a respeito do que encontrou na cena do crime, a fim de obterem mais informações sobre o caso. Dessa forma foi possível identificar os primeiros comportamentos investigativos apresentados pelo grupo, conforme Figura 4.

Figura 4 – Esquema com os comportamentos investigativos identificados no Momento 2 - Etapa 1



Percebe-se que o comportamento investigativo apresentado pelo grupo que apareceu com mais predominância foi a *proposição de perguntas simples* – algumas contextualizadas (relacionadas ao crime) mas a maioria são perguntas padrão que podem ser realizadas em qualquer crime. A seguir, alguns exemplos:

"Rodrigo: ele tinha algum inimigo?
 Rodrigo: tinha antecedentes criminais?
 Felipe: o que a mãe dele estava fazendo lá?
 Vítor: o que Robson fazia em casa?
 Rodrigo: no depoimento diz que a cabeça tinha sido perfurada, mas tinha algum tiro?
 Felipe: foi encontrada a arma no local?
 Felipe: ele morava junto com a mãe?
 Rodrigo: ele devia dinheiro para alguém?
 Rodrigo: foram encontradas digitais na cena?
 Jonathan: a bala foi encontrada? Ela estava no corpo?"

¹⁸ Cabe mencionar que durante a análise realizada são destacadas algumas unidades de informação, ou seja, extratos, que além proporcionarem a validade à construção das categorias também permitem compreender como os comportamentos foram identificados. Sendo assim, procurou-se, durante esse processo, demarcar todos os comportamentos associados a determinado extrato, tanto na sua caracterização mais ampla – indicando os comportamentos que o expressam – e na forma mais minuciosa – apontando os comportamentos em forma de siglas, ou seja, quando determinada sigla aparece ao final da frase significa que aquele comportamento foi identificado somente naquela frase, e quando a sigla aparece demarcada por uma linha vertical (borda à esquerda) significa que todo esse trecho foi identificado com aquele comportamento.

Durante o relato do depoimento do policial, perceberam-se outros dois comportamentos: o **registrar informações**, pois os alunos fizeram anotações em seus blocos sobre o que cada um considerou importante, quanto às primeiras informações dadas sobre o crime; e o ato de **observar**, já que os alunos mostraram-se bastante atentos ao escutar as informações que eram dadas. E por fim, outro comportamento identificado nessa etapa, durante a **proposição das perguntas simples**, foi o **interpretar**, o qual foi percebido na seguinte fala: "*se a mãe foi a primeira pessoa a encontrá-lo então ela é suspeita*".

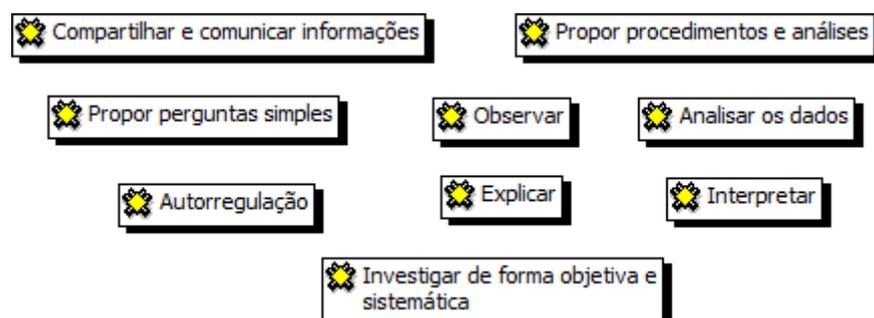
Os comportamentos apresentados pelo grupo, nessa primeira etapa, parecem indicar uma postura parcimoniosa, uma vez que não querem comprometer-se em **propor hipóteses** apressadamente e em **compartilhar informações** (CCI), pois os alunos não possuem ideias formadas no momento, isto é, uma resposta que poderia ser discutida com os demais, podendo indicar que não querem expor suas ideias sem mais dados concretos.

O aparecimento desses comportamentos também pode indicar que, pelo fato dos alunos terem poucas informações sobre o crime, ainda não puderam formular perguntas mais elaboradas. Além disso, pode-se pensar que só apareceram esses comportamentos devido à atividade que foi proposta, pois apenas foi solicitado que elaborassem perguntas, ou seja, o grupo agiu de forma limitada de acordo com o proposto pela atividade, sem ir além.

4.1.2 Etapa 2

Nessa etapa, realizou-se uma conversa orientada – perguntas 1 a 6 do Roteiro 1 – através das quais foi possível identificar os comportamentos investigativos associados à percepção dos alunos quanto à função de um perito forense, mostrados na Figura 5.

Figura 5 – Esquema com os comportamentos investigativos identificados no Momento 2 - Etapa 2



Os comportamentos investigativos identificados quanto ao entendimento do grupo sobre a função de um perito forense, e o que ele faz quando inserido em uma cena de crime, foram a *proposição de procedimentos e análises* (PPA), *explicar* (E), *analisar os dados* (AD), e *investigar de forma objetiva e sistemática* (IOS), os quais aparecem implícitos nas seguintes falas:

"coletar o maior número de dados e informações do local do crime, e o que pode ter acontecido." (PPA, E)

"desvenda o crime com base nas evidências." (AD)

"não analisar a parte sentimental da coisa....analisar o fato bruto assim." (IOS)

Nesse momento também apareceram outros dois comportamentos, a *proposição de perguntas simples*: "*o tiro foi na nuca, na cabeça ou onde?*", e a *autorregulação*, identificada na fala que segue. Nessa fala pode-se perceber que aparece um indício de inconsistência ou desconhecimento sobre o trabalho do perito, isto é, o aluno já está prevendo a dificuldade para solucionar o problema – ele identifica as informações que ele não sabe, mas que precisará saber. Além disso, a formulação da pergunta genérica indica que o sujeito já se percebe como perito, ou seja, podemos supor que o questionamento realizado sobre a função do perito desencadeou nele esse papel, sendo que isso não tinha sido solicitado:

Vítor: os suspeitos vocês vão indicando?

Pesquisador: isso é o trabalho de vocês.

Vítor: e como a gente vai adivinhar?

Pesquisador: mas vocês já suspeitam da mãe e do vizinho, e assim vocês vão indo."

Quanto à percepção do grupo sobre as ações do perito em uma cena de crime, foi possível identificar o *observar*: "*olhar o corpo*", "*ver o que tinha lá*" e "*ele procura digitais*"; a *proposição de procedimentos e análises*: "*conversar com as pessoas que estavam lá, isso se tinha alguém*" e "*ele procura digitais e analisa a trajetória do sangue*". Cabe destacar, que nessa última fala, o ato de analisar a trajetória do sangue também indica o comportamento de *interpretar*. Além disso, segundo o extrato apresentado a seguir, o grupo *compartilha e comunica informações*, e ao fazer isso aparecem dois comportamentos, o *interpretar* (I) e a *proposição de procedimentos e análises* (PPA):

Rodrigo: se foi roubada alguma coisa.

Felipe: e como ele vai saber se foi roubada alguma coisa ou não?

Pesquisador: isso também é função do perito, tem que descobrir isso.

Rodrigo: eles vão ver se o local está revirado. (I)

Jonathan: ver se tinha alguma coisa de valor dentro da casa." (PPA)

Por fim, a *proposição de procedimentos e análises*, aparece de forma específica quando o grupo fala sobre os tipos de evidências que poderiam ser encontradas na cena do crime, e o *interpretar* também é identificado quando os alunos relatam sobre a trajetória das pegadas:

"Rodrigo: uma unha, e tem digital também.
 Pesquisador: tem digital na unha?
 Rodrigo: é e tem DNA.
 Gabriel: algum tipo de documento, uma mensagem, um e-mail.
 Felipe: pegadas, tipo no chão.
 Vítor: tipo da onde ele veio.
 Pesquisador: como assim?
 Vítor: a trajetória na cena do crime.
 Jonathan: por onde ele entrou.
 Gabriel: os últimos telefones recebidos"

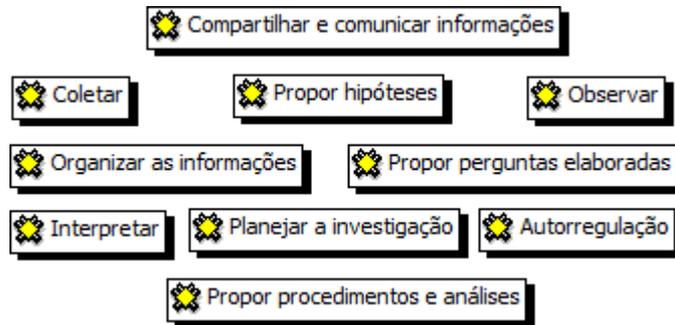
Nessa etapa já começam a aparecer outros comportamentos que não foram identificados anteriormente, o que pode estar associado ao tipo de atividade que estava sendo proposta, ou seja, perguntas mais direcionadas ao crime, levando os alunos a explicitar suas ideias sobre o que um perito faria em uma cena de crime. O grupo ainda procura não comprometer-se com hipóteses e avaliações, isto é, os alunos restringem-se a realizar o que foi proposto sem fazerem inferências sobre as ideias que os colegas vão colocando. Contudo, de forma distinta da etapa anterior, este não comprometimento associado à preocupação com o que e como terão que fazer para solucionar o crime pode indicar que o grupo está sendo parcimonioso com relação à formulação de hipóteses, não emitindo conclusões, possivelmente por sentirem falta de dados concretos, e não agindo de forma limitada pela atividade.

4.1.3 Etapa 3

Nessa etapa, realizou-se a continuidade da conversa orientada – perguntas 7 a 11 do Roteiro 1 –, através das quais foi possível identificar os comportamentos investigativos associados à percepção dos alunos quanto ao que pretendem fazer quando no ambiente (Figura 6).

Quando foi perguntado aos alunos se eles pensavam em se organizar de alguma forma, quando na cena do crime, os comportamentos que apareceram foram o de primeiramente *observar* (O) o local, em seguida o de *compartilhar e comunicar as informações* (CCI), *organizar as informações* (OI), a *proposição de procedimentos e análises* (PPA) e *interpretar* (I).

Figura 6 – Esquema com os comportamentos investigativos identificados no Momento 2 - Etapa 3



Nesse sentido, fica evidente que o extrato a seguir também indica a relevância de *planejar a investigação*:

"Felipe e Gabriel: temos que chegar lá e ver o local, como ele é." (O)
 "Vítor e Felipe: dividir, cada um vai olhar uma coisa"; Felipe: cada um vai em um setor e pegar informações e depois junta tudo." (CCI, OI)
 "Felipe: cada um com o seu bloquinho, a anota cada informação." (PPA)
 "Felipe: depois a gente vê, se foi alguém que matou"; Rodrigo: e se foi homicídio." (I)

E quando foram questionados sobre como eles poderiam fazer para identificar quantas e quais pessoas estavam na cena do crime, eles *propõem alguns procedimentos* (PPA) sendo que no último extrato percebe-se que o *coletar* (C) está associado à criatividade, uma vez que ainda não tinham acesso à cena de crime:

"Felipe: pelas pegadas; Gabriel: pelas impressões digitais" (PPA)
 "Felipe: perguntando para as pessoas que moram ali perto, se viram algum movimento estranho no local, um carro chegando, um vizinho [...] se na redondeza, ali perto, tinha algum local onde tinha uma câmera de vídeo, e aí pode ter registrado alguma coisa passando, uma pessoa passando." (C)

Nesse momento aparece pela primeira vez a *proposição de uma pergunta elaborada*: "foi em uma casa ou em um apartamento?", a qual está associada com a fala apresentada a seguir, que mostra que a pergunta é motivada por hipótese de possível evidência. Além disso, nesse extrato são identificados outros dois comportamentos, o *observar* e a *proposição de procedimento e análises*:

"[...] vai que em um lugar que tem um barro, aí tu vê aqui tem um pé desse tamanho (o aluno mostra com a mão um pé grande), uma criança não foi ali. Tem que imaginar por ali, foi um cara que aparenta ter mais ou menos tanta idade, a média de uma pessoa que tem tal idade calça que tamanho."

Quanto à forma de analisar digitais que podem encontrar na cena de crime, os alunos apontaram um possível **procedimento** (PPA) para identificar a quem pertence: "*tu pega a digital, aí tu vê, tu pega um microscópio, onde tu olha a digital, aí tu baixa no computador e aí com a foto da pessoa vai aparecer a identidade*".

Nesse momento, aparece espontaneamente um comportamento importante, a **proposição de uma pergunta elaborada** associada à **autorregulação**. No extrato a seguir, é possível identificar esse comportamento, pois os alunos estão prevendo a dificuldade de determinada ação e que necessitam da informação do local:

"Vítor: é o detetive ou quem que faz essa análise de digital?"
 "Felipe: como vou saber que em tal lugar tem uma digital?"

Também de forma espontânea surge a **proposição de procedimento e análises** quanto ao ato de coletar: "*Rodrigo: as provas tu coloca num saquinho*". Esse comportamento também é identificado quando o grupo menciona como poderiam encontrar mais informações - no caso, como poderiam identificar quem são os amigos da vítima -, de modo a demonstrar criatividade:

"Vítor: vou procurar no Orkut para ver se tem perfil.
 Pesquisador: e aí tu convida ele para ser teu amigo.
 Vítor: agora não vai mais dar.
 Felipe: e aí tu olha os amigos dele.
 Pesquisador: é realmente tu pode procurar informações na internet."

Em seguida, foi perguntado aos alunos sobre quais objetos eles gostariam de coletar, além das evidências que já mencionaram, e aí aparece pela primeira vez o comportamento de **coletar**:

"Felipe: o sofá
 Vítor: celular
 Gabriel: o telefone, o computador
 Vítor: o MP 3, chave
 Gabriel: um copo, ver se não tinha alguma bebida
 Felipe: levar o corpo"

Em seguida, o pesquisador questiona o fato do aluno ter mencionado que coletaria o corpo, e assim o grupo procura justificar a sua ação, segundo extrato a seguir. Cabe destacar que esse questionamento parece impulsioná-los a **compartilhar e comunicar informações** e, assim aparece a **proposição de procedimento e análise** e, pela primeira vez, a **proposição de uma hipótese** (PH):

"Felipe: analisar o corpo, olhar se no corpo não tem uma digital na roupa dele, ver porque ele morreu, por exemplo, se ele morreu de tiro mesmo ou se ele morreu por causa de alguma outra coisa, asfixia, ele pode ter tido um ataque cardíaco
 Vítor: se ele estava drogado?
 Felipe: mas se ele levou um tiro na cabeça
 Gabriel: e se o tiro foi depois?
 Felipe: **mas a bala deve estar lá**" (PH)

Nessa etapa, pode-se perceber que o comportamento que fica mais marcado foi o da *proposição de procedimentos e análises*, além do aparecimento de alguns comportamentos distintos aos identificados nas etapas anteriores, como a *proposição de hipóteses*, *planejar a investigação*, *coletar*, *organizar as informações* e a *proposição de pergunta elaborada*. Nesse sentido, o motivo para que esses comportamentos não tenham aparecido anteriormente e o fato da *proposição de procedimentos e análises* ter aparecido com tal intensidade, pode estar associado à atividade proposta nessa etapa, já que essa estava orientada para como eles pensavam em agir, suas ações no ambiente, e na etapa anterior estava associada a que conhecimento eles tinham sobre o que um perito fazia.

Além disso, pode-se perceber um maior comprometimento do grupo com a atividade, parecendo que realmente estão se colocando na função de perito e alguns indícios de que o grupo procura inferir, mostrar suas ideias mesmo sem dados concretos, visíveis. Isso pode ser percebido devido ao aparecimento da *proposição de hipóteses* e da *formulação de pergunta elaborada* (PPE). Outro fato que chama a atenção é com relação à identificação de alguns comportamentos que aparecem de forma espontânea, por exemplo, a *proposição de procedimentos e análises* e o *interpretar*.

4.1.4 Avaliação geral

No momento 2, um ponto importante a ser destacado é quanto à conservação de determinados comportamentos, inicialmente mais simples, e em seguida foram complexificando-se, de forma a estarem associados a outros comportamentos e por aparecerem de forma espontânea, o que pode ser observado na análise de dados apresentadas anteriormente. Na tabela 1 a seguir, podem-se visualizar os comportamentos que apareceram em cada uma das etapas, e os que se conservaram – *observar*, *interpretar*, *proposição de procedimentos e análises*, *compartilhar e comunicar informações*, *autorregulação*.

Além disso, também se percebe que a *proposição de perguntas simples*, identificada nas etapas 1 e 2, é substituída pela *proposição de pergunta elaborada* na etapa 3. E que nas

etapas 2 e 3, aparecem comportamentos distintos. Isso pode ter ocorrido devido à atividade que estava sendo proposta em cada uma das etapas, já que a etapa 2 referia-se ao entendimento do grupo quando à função de um perito e a etapa 3 estava condicionada a como o grupo agiria na função de perito. Nesse sentido, pode-se perceber que no decorrer das etapas o grau de envolvimento do grupo com relação ao que estava sendo proposto foi se intensificando, em especial na etapa 3.

Tabela 1 – Síntese dos comportamentos apresentados pelo grupo no Momento 2

Comportamentos	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Observar	1	3	2
Interpretar	1	3	1
Proposição de pergunta simples	21	1	
Registrar informações	1		
Proposição de procedimentos e análises		6	9
Investigar de forma Objetiva e sistemática		1	
Compartilhar e comunicar informações		1	2
Explicar		1	
Analisar os dados		1	
Autorregulação		1	2
Coletar			2
Proposição de hipótese			1
Proposição de pergunta elaborada			3
Organizar as informações			1
Planejar a investigação			1

* os números expressos na tabela representam quantas vezes determinado comportamento foi reconhecido.

** as células sombreadas representam que o comportamento não foi evidenciado naquela etapa.

Em suma, das três etapas analisadas, a 3 é a etapa em que o grupo começa a assumir uma postura mais dedutivista em detrimento da postura indutivista inicial, no sentido de que o grupo passa a propor algumas ideias e inferir sobre as informações teóricas sobre o crime, sem ainda terem dados concretos/observacionais da cena. Eles começam a perceber a situação como mais problemática, como algo a ser investigado, assim essa etapa passa a desencadear neles a postura de peritos, na qual o grupo sente-se corresponsável e preocupado na tentativa de resolução de um problema.

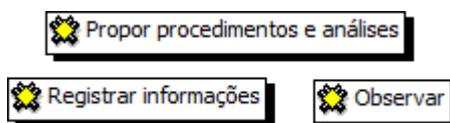
De forma mais ampla, pode-se perceber que os comportamentos investigativos apresentados pelo grupo nesse momento parecem indicar características associadas à objetividade e à curiosidade – entusiasmo para a investigação – e parecem ser parcimoniosos também, uma vez que não propõem conclusões apressadamente. Comparando-se as etapas 2 e 3, pode-se perceber que na etapa 2, os alunos apresentam comportamentos que indicam uma visão geral (ampla) do que o perito faz, e na etapa 3 já mostram mais especificidades, comportamentos mais específicos de suas ações, ou seja, quando eles refletem sobre o que terão que fazer, colocando-se no lugar do outro, seus comportamentos demonstram o que teriam que fazer para atingir os comportamentos mencionados na etapa 2.

4.2 MOMENTO 3

4.2.1 Etapa 1

Nessa etapa, a atividade proposta aos alunos foi de conhecer a parte externa da cena do crime, na qual apenas fizeram observações, não tocando em nada. O pesquisador indicou a delimitação da cena, e forneceu-lhes algumas informações quanto aos cuidados com a cena e as evidências. Dessa forma, foi possível identificar os primeiros comportamentos investigativos apresentados pelo grupo, conforme Figura 7.

Figura 7 – Esquema com os comportamentos investigativos identificados no Momento 3 - Etapa 1



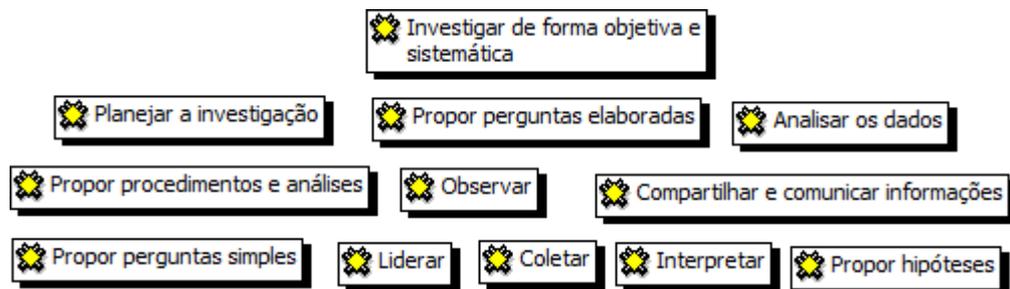
Ao grupo, nessa primeira etapa, foi perguntado se percebiam alguma informação nova, já que até o momento só tinham os dados contidos no relato do depoimento do policial. Assim, apareceram apenas três comportamentos, o **observar**: "*tem a pegada perto da porta*"; a **proposição de procedimentos e análises**: "*Quem está com a câmera tira uma foto da pegada*"; e o ato de **registrar informações**, que aparece associado ao **observar** a parte externa da cena e fazendo anotações, porém sem falar nada.

Nessa etapa, percebe-se que os alunos apenas fizeram *observações* (O) e *anotações individuais* (RI), desta forma, não *compartilharam informações* (CCI) e não *propuseram hipóteses* (PH), uma vez que as respostas às suas perguntas não puderam ser respondidas de imediato apenas pela observação na parte externa da cena. Diante disso, mostraram-se inquietos e logo quiseram entrar na parte interna da cena do crime.

4.2.2 Etapa 2

Nessa etapa os alunos entraram na cena do crime e começaram a fazer observações na parte interna da cena, não tocando em nada. Durante essa atividade, foram identificados os comportamentos apresentados na Figura 8.

Figura 8 – Esquema com os comportamentos investigativos identificados no Momento 3 - Etapa 2



Assim que os alunos entraram na cena, apareceram alguns comportamentos espontâneos, *compartilhar e comunicar informações*, *investigar de forma objetiva e sistemática* e *observar*, já que logo identificaram as pegadas no chão na parte interna da casa, e Gabriel alerta ao seu colega Vítor que está entrando: “*olha as pegadas Vítor!*”. Cabe destacar que o grupo toma muito cuidado ao entrar na cena, cuidando onde pisa para evitar danificar as evidências, o que também demonstra o comportamento de *investigar de forma objetiva e sistemática*.

Em seguida, o pesquisador pergunta aos alunos o que chama a atenção deles em um primeiro momento, a qual impulsiona vários comportamentos de acordo com as falas e ações dos alunos. O comportamento de *observar* pode ser identificado em vários momentos dessa

etapa, como nos seguintes extratos: "*o computador está ligado*" e "*no sofá tem sangue*", e o ato do *observar* em si também pode ser identificado através de várias ações, no sentido de que os alunos procuraram olhar e observar a cena cuidadosamente. Cabe destacar que esse comportamento raramente apareceu de forma isolada, isto é, o ato de observar gerava outros comportamentos, como poderá ser visto a seguir. Como por exemplo, o *interpretar*: "[Robson – a vítima] *estava acompanhado*", surge em função dos alunos terem encontrado dois copos com cerveja na cena.

Da mesma forma, o *coletar* aparece por vezes associado com *compartilhar e comunicar informações*: "*tem uma digital aqui, traz a máquina*" e "*vamos olhar o que tem no computador*", já que quando os alunos percebem alguma informação nova chamam a atenção dos demais colegas para a sua observação individual. Outro exemplo do ato de *compartilhar* (CCI) pode ser melhor identificado no extrato a seguir:

Jonathan: tem alguma coisa aqui do lado do sofá (referindo-se ao entorpecente embrulhado)
 Vítor: será que é um bilhete? (I)
 Jonathan: não sei
 Gabriel: deve ser um pacotinho de droga
 Felipe: então provavelmente alguém estava atrás dele, olha o tiro onde foi, na nuca, então o assassino deveria de estar aqui (nesse momento ele se posiciona mais ou menos atrás da mesinha de centro perto das revistas) (PH, AD)
 Jonathan: ou ele estava
 Felipe interrompe: o que ele estava fazendo aqui então? Matou e saiu correndo. (PPE)
 Vítor: amanhã a gente pode olhar o celular" (L, PI, PPA)

Nesse extrato, pode-se perceber a existência de outros comportamentos importantes, o *interpretar* (I), e a *proposição de hipótese* associada à *análise de dados* (PH, AD), já que estão tentando entender a causa do tiro ter acertado a nuca da vítima, procurando, para isso, posicionar-se no local onde o assassino poderia estar no momento em que a vítima foi alvejada. Também aparece a *proposição de uma pergunta elaborada* (PPE), por ela estar referindo-se às pegadas, no sentido de encontrar uma confirmação positiva para a sua hipótese. E na última fala podem-se identificar os comportamentos de *liderar* (L), *planejar a investigação* (PI) e a *proposição de procedimentos e análises* (PPA).

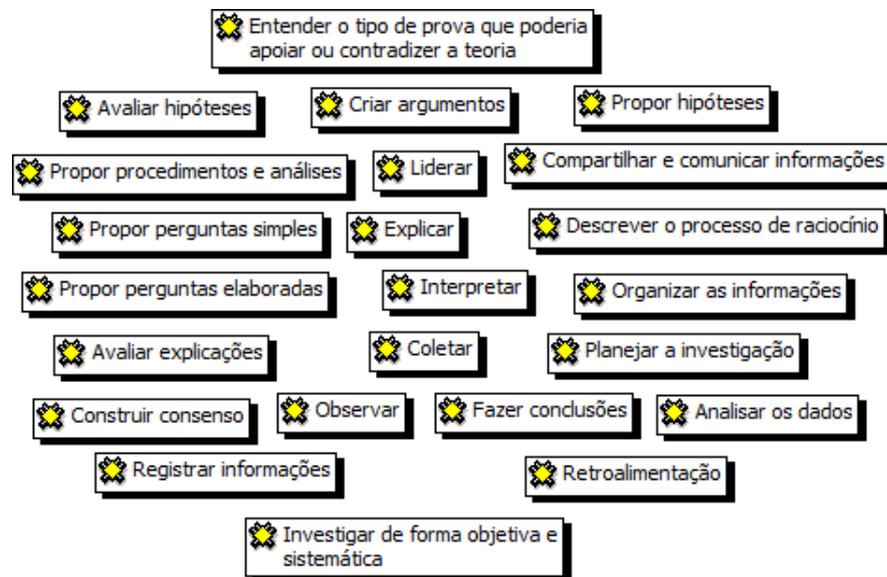
Nessa etapa, podem-se perceber algumas diferenças significativas, com relação aos comportamentos identificados. Por exemplo, a *proposição de hipóteses* que aparece pela primeira vez, o ato de *observar* associado a outros comportamentos e, o ato de *compartilhar e comunicar informações* em maior número que nas etapas anteriores. Além disso, nessa etapa pode-se perceber o aparecimento do *liderar*, que ainda não havia aparecido, e o *analisar os*

dados e investigar de forma objetiva e sistemática também aparecem de forma significativa, já que anteriormente só apareceram na etapa associada à percepção dos alunos quanto à função de um perito. Outro ponto importante a ser destacado, é que nas etapas 1 e 2 desse momento o grupo praticamente não *propõe procedimentos* (PPA), o que no momento analisado anteriormente era um dos comportamentos que apareceu com certa intensidade.

4.2.3 Etapa 3

Nessa etapa é realizada uma conversa orientada sobre as observações realizadas pelo grupo, e também houve momentos em que o grupo pôde fazer observações e discussões livres sem a intervenção do pesquisador. Os comportamentos identificados nessa etapa são mostrados na Figura 9.

Figura 9 – Esquema com os comportamentos investigativos identificados no Momento 3 - Etapa 3



Os comportamentos investigativos apresentados pelo grupo, enquanto da intervenção do pesquisador, foram identificados através de alguns questionamentos formulados pelo pesquisador, os quais foram realizados no decorrer de toda essa etapa. Nesse sentido, quando o grupo foi questionado sobre quais as evidências e/ou objetos que pretendiam coletar e/ou procurar com base nas observações realizadas, aparece o comportamento de *coletar*: "a digital

no computador, no celular, as garrafas ali", "as revistas", "as impressões no telefone se eram dele", o que também demonstra o comportamento de *planejar a investigação* e uma primeira *proposição de hipótese* que seria se as impressões digitais no telefone eram da vítima.

Em seguida, o pesquisador perguntou aos alunos que outras observações foram realizadas ou evidências e objetos que identificaram. A partir desse questionamento, o grupo passa a *compartilhar e comunicar informações* e *observar*. Como exemplo, mostra-se o extrato a seguir – nele também podem-se identificar outros comportamentos, o *interpretar* (I), a *proposição de hipóteses* (PH) e o *explicar* (E):

Vítor: tem dois copos, então ele estava com visita (I)
 Felipe: ou a visita dele era o assassino (PH)
 Vítor: e não deu tempo de tomar muito (I)
 Felipe: a visita dele estava com sede e ele não (PH)
 Pesquisador: como que tu afirmas isso? Como que tu sabes de quem era o copo?
 Felipe interrompe e diz: por que está cheio
 Pesquisador: e como tu sabes qual era o copo dele?
 Felipe: porque ele morreu lá (aponta para onde está o corpo) então o copo dele é o que está mais perto. (E)"

Quando questionados sobre os possíveis suspeitos, aparecem *compartilhar e comunicar informações* e juntamente o *interpretar* (I) e o *explicar* (E), e uma predominância de *proposição de hipóteses*, como pode ser percebido no extrato abaixo:

Vítor: alguém conhecido dele, estava com visita
 Felipe: eu acho que alguém veio aqui distrair ele
 Pesquisador: uma mulher?
 Felipe: isso, e alguém estava escondido lá (apontando para a região onde está o computador e o balcão da cozinha)
 Vítor: eu acho que foi uma mulher
 Pesquisador: uma mulher?
 Vítor: sim
 Pesquisador: por quê?
 Vítor: provavelmente ele estava com uma mulher
 Felipe: bebendo entre dois, normalmente um homem não vai ficar bebendo com um outro homem, ia ficar muito né, com uma mulher já ia ser diferente
 Vítor: e ele estava bem a vontade, com uma mulher ele não iria estar tão à vontade, ao menos que ele era casado (I, E)
 Felipe: de bermudinha, todo soltinho, de bruços (I)"

Quando questionados sobre os tipos de ferimentos que haviam observado na vítima, apareceu o comportamento de *observar*: "*tiro na cabeça dele*". E por fim, quando perguntado ao grupo sobre os materiais que gostariam de pedir para o momento seguinte, a ser realizado em outro dia, aparece a *proposição de pergunta simples*: "*podemos ver a arma?*" e o ato de *coletar*: "*depoimento da mãe e do vizinho*".

Além dos comportamentos investigativos já apresentados pelo grupo nessa etapa, também apareceram outros, porém esses, sem a intervenção direta do pesquisador, isto é, surgiram de forma espontânea impulsionados pela intervenção e pela ação de compartilhar e comunicar informações. Tais comportamentos foram identificados no decorrer de toda essa etapa.

O comportamento de **observar** pode ser identificado em várias ações e falas, como nos seguintes extratos: "*são duas balas*", "*tem um dedão na máquina fotográfica*"; "*se o tiro veio de lá, ...a pegada está para lá, ..outra impressão aquisim, no copo*", e nas seguintes ações: quando um dos alunos encontra a segunda bala alojada na parede – a que está atrás da televisão; quando vão para perto do computador e vão olhar as fotos; quando percebem que tem fotos faltando, entre outras. Cabe mencionar que o **registro de informações** também apareceu, porém bem ao final dessa etapa, isto é, quando o grupo já havia realizado todas as observações e discussões que achavam necessárias, como forma de registrar as informações que cada aluno considerou importante durante o desenvolvimento dessa etapa.

O ato de **interpretar** aparece quando os alunos percebem que tem fotos no mural faltando e dizem: "*isso aí deve ter uma coisa a ver, pois não ia estar por nada*". O **explicar** também aparece quando os alunos estão tentando entender a trajetória das pegadas, ou seja, porque a pegada do assassino estaria perto da cabeça da vítima: "*para atender o telefone*". O **liderar** e **planejar a investigação** pode ser identificado quando um dos alunos diz: "*vamos combinar o que vamos fazer amanhã*". O **liderar** pode ser identificado também pela ação dos demais alunos de escutarem o extrato anterior, já que após, vão para perto do colega. Em seguida, aparece **a proposição de procedimento e análises**, o que também indica **planejar a investigação**: "*olhar os registros do telefone, olhar o celular*" e "*temos que olhar nos bolsos da bermuda dele para ver se tem alguma coisa*".

Além disso, um comportamento importante emerge a partir da **observação** e da **proposição de hipótese**: "*um tiro veio de fora*", é **analisar os dados**. Esse foi possível de ser identificado já que o aluno aponta com a mão para o furo na janela de vidro e na direção onde está alojada a bala na parede atrás da mesa de jantar, indicando que a bala teria vindo de fora e se alojado na parede. Nesse momento, os alunos vão além de simplesmente interpretar os dados, pois eles relacionam duas observações: a perfuração da bala na janela e a bala alojada na parede. Sendo assim, a afirmação dele é considerada uma hipótese, porém a base que a

fundamenta é uma análise de dados, já que além de propor uma hipótese ele procura fazer a relação entre dados.

Outro exemplo disso pode ser identificado quando os alunos vão para perto do corpo e fazem medidas com as palmas da mão quanto à direção e altura da bala alojada na parede atrás da televisão. Essa ação foi motivada pela seguinte *hipótese* (PH) "*o tiro que acertou ele veio daqui*", e ela demonstra criatividade em documentar e interpretar a evidência na forma da *proposição de um procedimento* (PPA) para *analisar os dados*, no sentido de verificar se a hipótese é válida ou não.

A *retroalimentação*, associada à *análise de dados* e ao *explicar* pode ser identificada na seguinte fala: "*o tiro que acertou ele veio de lá, porque ele estava de costas, aí o tiro veio na nuca dele, e aí ainda tem uma bala lá*", já que o aluno procura projetar mentalmente uma possível trajetória para a relação do assassino com as balas alojadas na cena do crime, à procura da confirmação da sua hipótese. Isso também, demonstra criatividade, pois eles sempre retomavam a hipótese inicial, acrescentando dados e adaptando a hipótese.

Além disso, no extrato a seguir, percebe-se *a proposição de várias hipóteses* (PH), por meio das quais se considera que o grupo vai além de propor hipóteses, pois propõem uma sequência de fenômenos, agregando temporalidade e usando várias evidências. Nesse extrato, também ficam evidentes os comportamentos de *compartilhar e comunicar informações*, *investigar de forma objetiva e sistêmica*, e *organizar as informações*, na busca de *construir consenso*.

"Gabriel: e tem outra bala aqui
 Felipe: mas foi aquela lá que acertou ele
 Vítor: ele estava fugindo, para errar tantas vezes o assassino estava longe dele
 Gabriel: ou ele não estava sozinho
 Rodrigo: ou ele só preparou
 Gabriel e Vítor: ou tinha mais de um atirador
 Gabriel: uma pessoa aqui do lado dentro e outra do lado de fora
 Felipe: pode não ter sido assassinato
 Felipe: alguém atirou de fora e aí ele foi ligar para a polícia, e aí o cara viu que ele foi ligar para a polícia, aí foi ali e matou ele
 Gabriel: ou a pessoa que estava aqui dentro pegou e atirou."

Nessa etapa, também se identifica o *avaliar hipóteses*, associado à *proposição de procedimento* (PPA) e *análise de dados*, a fim de verificar a hipótese, ao *entender o tipo de prova que poderia apoiar ou contradizer a teoria*, e ao *analisar os dados*. Através desses comportamentos, também se pode identificar o *descrever o processo de raciocínio*:

"Felipe: tá a bala que acertou ele foi aquela lá, vamos ver se ela está cheia de sangue
 Gabriel: por quê?
 Rodrigo: como?
 Felipe: porque levou o tiro de costas, tipo, alguém está lá e acertou na cabeça dele e a bala foi para lá
 Gabriel: tá, então amanhã a gente coloca ele em pé, para ver se a estatura dele corresponde a altura da bala."

No extrato a seguir, fica evidente o *compartilhar e comunicar informações* e *entender o tipo de prova que poderia apoiar ou contradizer uma teoria*, além de *criar argumento* associado com o *analisar os dados, fazer conclusões* e *avaliar explicação* (AE).

"Felipe: só que não foi esse aqui que tentou ligar, porque as mãos dele não estão sujas de sangue, e tem sangue lá no coisa [telefone], saiu sangue dele porque a bala acertou ele, mas ele não ia depois que a bala acertou ele ir lá no telefone, foi o assassino que foi no telefone.
 Rodrigo: e porque ele [o assassino] deixou o telefone assim?
 Felipe: sei lá, por que alguém viu ele
 Rodrigo: e porque o assassino ia ter sangue nas mãos?
 Felipe: e porque ele ia ter sangue nas mãos? (apontando para a vítima)
 Vítor: e se o assassino se limpou
 Felipe: mas tem sangue ali (apontando para a mesinha do telefone)
 Rodrigo: quando atira espirra sangue para os lados) (AE) ".

Cabe destacar que a *proposição de perguntas simples e elaboradas* volta a aparecer enquanto os alunos estão realizando observações. Um exemplo da *proposição de pergunta simples*: "*será que no mouse também tem?*", aparece quando tentam identificar em quais objetos poderiam encontrar impressões digitais. A *proposição de pergunta elaborada* aparece quando os alunos estão criando argumentos, analisando os dados e fazendo suas primeiras conclusões, por exemplo, "*por que ele [o assassino] deixou o telefone assim?*", "*por que o assassino ia ter sangue nas mãos?*", "*e por que ele ia ter sangue nas mãos?*", o aluno fala isso apontando para a vítima, e "*o que ele foi fazer aqui em cima?*", o aluno está referindo-se à pegada que está na poça de sangue perto da cabeça.

Nessa etapa, pode-se perceber a identificação de comportamentos que ainda não haviam aparecido, como por exemplo, *construir consenso, retroalimentação, criar argumentos, avaliar hipóteses, fazer conclusões, descrever o processo de raciocínio, avaliar explicações, entender o tipo de prova* (EP) e o *explicar*. Sendo que o *explicar* só apareceu na etapa 2 do momento 2, em que o grupo deveria demonstrar seu entendimento sobre a função de um perito, o que indica a riqueza da atividade proposta, já que nessa etapa os alunos estavam fazendo observações na cena do crime, ou seja, o primeiro momento em que o grupo de fato assume o papel de perito na tentativa de solucionar o crime.

Outro ponto importante a ser destacado, que demonstra a riqueza da atividade, é a complexidade e incidência da *proposição de hipóteses* (12¹⁹), da *análise de dados* (7), da *proposição de procedimentos* (6), *observar* (10), *compartilhar e comunicar informações* (8), *planejar a investigação* (4), *interpretar* (5), *explicar* (6), *proposição de perguntas elaboradas* (3) e *entender o tipo de prova que poderia apoiar ou contradizer a teoria* (4).

Cabe destacar que alguns comportamentos se conservaram das etapas anteriores, porém aqui apareceram com maior complexidade, já que os comportamentos sempre apareciam ligados a outros, ou seja, um comportamento desencadeava outros. Por exemplo, o *observar* foi o comportamento essencial dessa etapa, pois foi a partir dele que os demais comportamentos emergiram. Isso pode ser um indício de que essa atividade fez com que os alunos passassem a *compartilhar mais informações* (CCI) a fim perceber as ideias e observações dos colegas, e isso acabou gerando a *proposição de diversas hipóteses* (PH), ao mesmo tempo que fez com que os alunos procurassem *propor procedimentos e análises e analisaram dados* para testá-las, *criaram argumentos*, fizeram *avaliações de hipóteses e explicações* (AH, AE), e ao final *construíram consenso* e *fizeram suas primeiras conclusões* (FC).

Fazendo-se uma comparação entre os comportamentos investigativos identificados com e sem intervenção, pode-se perceber que o comportamento de *coletar* somente apareceu no momento da intervenção e os demais se conservaram na não intervenção. Além disso, a etapa sem intervenção mostrou-se mais rica no sentido do aparecimento de outros comportamentos que não haviam aparecido na intervenção, por exemplo, *liderar, proposição de procedimentos e análises, analisar os dados, retroalimentação, investigar* (IOS), *construir consenso, avaliar hipóteses, entender o tipo de prova* (EP), *descrever o processo de raciocínio, criar argumento, fazer conclusões, avaliar explicação e pergunta elaborada* (PPE).

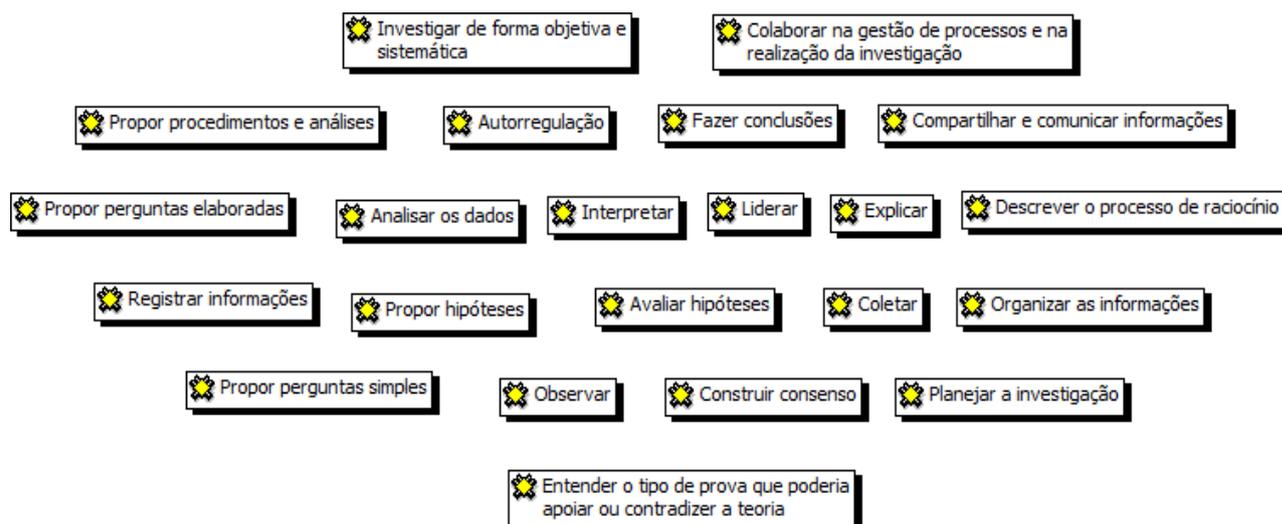
4.2.4 Etapa 4

Nessa etapa, a atividade proposta aos alunos foi a elaboração de uma síntese das primeiras ideias do grupo a respeito do crime. Assim, proporcionou-se um momento de troca

¹⁹ Os números expressos entre parênteses representam quantas vezes determinado comportamento foi identificado.

entre todos, como forma de refletir, oportunizando o posicionamento crítico, a argumentação e a defesa de ponto de vista. Os comportamentos identificados nessa etapa são mostrados na Figura 10.

Figura 10 – Esquema com os comportamentos investigativos identificados no Momento 3 - Etapa 4



Nessa etapa, a primeira ação do grupo foi sentarem-se à mesa e começar a conversar e escrever as suas primeiras ideias sobre o crime, indicando os comportamentos de *colaborar na gestão de processos e na realização da investigação*, *compartilhar e comunicar informações*, *construir consenso* e *organizar as informações*. O comportamento de *liderar* também pôde ser identificado quando um dos alunos ficou responsável por fazer as anotações do grupo a pedido dos demais colegas.

O ato de *observar* pode ser identificado em diversos momentos dessa etapa, sendo que raramente a observação aparecia de forma isolada, ou seja, ela sempre provocava algum outro comportamento. Por exemplo, quanto às pegadas: "*são cinco pegadas*", "*quatro são na direção para lá* (apontando que estão no sentido da porta até o corpo) [...] *e uma está para cá, aqui ele está saindo* (direção inversa, do corpo para a porta)". Nessa última frase aparece o comportamento de *interpretar*, quando o aluno procura entender o sentido das pegadas. Já a *proposição de procedimentos e análises* também pode ser identificada em diversas situações: quando os alunos mencionam "*ver o tamanho das pegadas, para ver se eram do mesmo tênis*"; quanto ao computador "*no computador tem umas pastas*", "*e aí podemos ver qual estão faltando*"; quanto às balas serem diferentes "*eu olhei antes mas não percebi nada*";

quando estão olhando para a perfuração da bala na testa da vítima "*na testa tem um negócio*", "*está aberto*"; e quanto ao telefone fixo "*está desligado*".

Um exemplo da complexidade da observação pode ser visto no extrato a seguir, no qual fica bem marcado que os alunos estão a *compartilhar e comunicar informações*. Além disso, também aparecem os comportamentos de *planejar a investigação* (PI), a *proposição de procedimentos e análises* (PPA) e o *interpretar* (I).

Vítor: é que amanhã temos que olhar o celular e aquelas fotos lá (PI, PPA)
 Rodrigo: é não tem as fotos (I)
 Gabriel: é algumas foram retiradas (I)
 Vítor: e quantas foram retiradas?
 Gabriel e Rodrigo: cinco
 Vítor diz e escreve: faltando 5 fotos de natureza (I)
 Felipe: temos que ver a máquina digital, as fotos que tem. (PI)"

Cabe destacar que a observação também pode ser identificada através de algumas ações, por exemplo, quando os alunos saem/levantam-se da mesa e vão até o corpo, o computador, o mural de fotos, quando ficam observando os copos que estão sobre a mesinha de centro e as balas alojadas nas paredes.

O ato de *coletar* aparece uma única vez enquanto os alunos estão planejando o que farão no dia seguinte, mais especificamente no sentido de que objetos/materiais poderiam mandar para análise em um laboratório: "*máquina, celular, os copos*", "*a garrafa de cerveja, a cerveja, copos*" e "*tudo, o telefone*".

A *proposição de perguntas simples* aparece em diversos momentos, por exemplo, quando um dos alunos olha para o chão e diz: "*quantas pegadas têm?*", quando estão planejando o que farão no dia seguinte, no sentido de identificar as fotos que estão faltando no mural "*quantas foram retiradas?*", quando começam a pensar em que materiais ou evidências pretendem encaminhar para o laboratório "*tá e o que a gente vai mandar?*", quando estão propondo procedimentos "*mas o bafômetro não é só depois de tantas horas?*", enquanto estão observando as fotos aparece "*será que ele não queria comprar algumas terras de alguém?*"; "*Rodrigo: onde é a casa do vizinho? Cadê a casa do vizinho? Jonathan: onde mora o vizinho? Gabriel: é onde mora o vizinho? Do lado, na frente?*", e enquanto estão observando os objetos na sala "*o telefone, o fio está cortado mesmo, né? Soltaram o fio do telefone?*"; "*o que mais? E a televisão não está ligada na tomada?*".

E a *proposição de perguntas elaboradas* também pode ser identificada em vários momentos, enquanto estão propondo e avaliando hipóteses: "*mas o que a pegada dele foi*

fazer lá? O que o pé dele foi fazer lá?", enquanto estão analisando as fotos "eu acho que nas fotos deve estar aparecendo alguém", também aparece enquanto estão organizando as informações e analisando os dados "bah essa bala aqui? como que veio um tiro de fora?"; "4 de dezembro, sexta feira. O que é que tinha em 4 de dezembro?" e "essa bala aqui, de onde atiraram?", e por fim associado ao comportamento de **autorregulação** "e as impressões como vai ser, a gente vai dizer avaliar isso aqui e eles vão mandar para algum lugar e vão dizer essa é desse e essa é daquele?". Outro exemplo de **autorregulação** pode ser identificado no seguinte extrato: "tá e amanhã nós temos que entregar o resultado disso?". Cabe mencionar que esse comportamento aparece quando os alunos demonstram preocupação e compreensão com a dificuldade da atividade a ser realizada.

O comportamento de **descrever o processo de raciocínio**, de **analisar os dados** e **avaliar hipóteses** pode ser identificado no extrato a seguir, sendo os comportamentos que ficam mais marcados. Além disso, também foram percebidos outros comportamentos: a **proposição de hipóteses** e **pergunta elaborada** (PH, PPE), **o entender o tipo de prova** (EP), **explicar** (E), **planejar a investigação** (PI), **propor procedimentos e análises** (PPA):

"Felipe: alguém atirou nele e a bala acertou lá na cabeça e foi lá na parede, aí, por algum motivo ele foi no telefone (PH)
 Gabriel: depois
 Felipe: sim, depois porque a pegada do cara, eu acho que o assassino foi no telefone e depois ele foi embora
 Rodrigo: eu acho que a vítima estava com o telefone na mão e o cara atirou
 Felipe: mas o que a pegada dele foi fazer lá? O que o pé dele foi fazer lá? (PPE)
 Gabriel: o problema é esse tiro aqui (EP)
 Vítor: desligar o telefone, porque tá os fio cortados (E)
 Gabriel: tá desengatado atrás (E)
 Vítor: ele foi lá para desengatar os fios (E)
 Gabriel: vamos ter que ver se tem digital na janela (PI, PPA), pois ele deve ter entrado pela janela (E), porque aqui as marcas de pé ele estava saindo
 Felipe: tá mas quando ele entrou, ele já estava com o pé sujo de sangue
 Vítor: é
 Gabriel olha para o chão perto da porta e diz: é, e aponta para os colegas e diz ainda: é bem avaliado isso aí".

Cabe destacar, com relação ao extrato anterior, quando o aluno diz "o problema é esse tiro aqui", esse é dito enquanto o aluno fica apontando para a bala alojada atrás da mesa, perto da porta, pode-se perceber que ele identifica como uma evidência, mas ele não sabe explicar a relação.

O comportamento de **analisar os dados** também pode ser percebido quando os alunos dizem "altura do corpo comparando com a bala na parede [...] para ver se é compatível ou não". Nesse extrato, também fica evidente o comportamento de **proposição de procedimento e análises** e **avaliar hipóteses**, ou seja, estão propondo procedimento para avaliar se a

hipótese é válida ou não. O *avaliar hipóteses* também pode ser identificado no seguinte trecho: "*Gabriel: mas tu não sabe Vítor, e se ontem estava cheio. Felipe: e se ele tomou só um pouquinho. Gabriel: e se ele tomou um gole só. Rodrigo: e se ele já estava repetindo*". No extrato a seguir, apresenta-se outro exemplo de *planejar a investigação* (PI) e *propor procedimentos e análises* (PPA):

"Felipe: naquela máquina ali, vai ter as fotos que estão lá e as cinco estão faltando.
Rodrigo: não, no computador.
Felipe: também, mas podem estar na máquina também"
"Vítor: amanhã temos que olhar o celular e aquelas fotos lá".

Cabe destacar que alguns comportamentos aparecem com maior intensidade em vários momentos dessa etapa, por exemplo, a *proposição de hipóteses*: "*um só bebeu*", "*o assassino tomou primeiro*", "*quem nem tomou foi o assassino que foi fazer alguma coisa e atirou*", "*alguém atirou de fora*", "*um tiro veio de fora*", "*tá e se tinha duas pessoas, as duas são inocentes, uma veio de fora, uma atirou de fora*"; *entender o tipo de prova* (EP): "*dá para ver no corpo dele se ele bebeu ou não*", associado ao *explicar* "*Vítor: mas tu olha pelo volume, um está pela metade e outro menos que a metade. Felipe: e a garrafa está cheia*", por sua vez associado à *proposição de procedimentos e análises*: "*ai tem uma pista, pois tem alguma coisa a ver com essas fotos e tinha que descobrir com quem ele estava lá*".

Outro comportamento que pode ser identificado foi o de *fazer conclusões*, através dos seguintes extratos: "*tem que ter sido mais de uma pessoa, pois um tiro veio de fora*"; "*e o outro veio de lá, isso eu tenho quase certeza*"; "*tá, como suspeitos, temos a mãe dele e o vizinho*". Nesse último extrato também percebe-se o comportamento de *liderar*. E o *construir consenso*: "*é, eu acho que só um tomou [o conteúdo do copo]*". Sendo que a ação de *fazer conclusões* e *construir consenso* aparece enquanto o grupo *propõe hipóteses* (PH) e *analisa os dados* (AD).

O *registro de informações* também é realizado pelo líder durante toda essa etapa – alguns dos registros realizados por ele foram: "*altura do corpo/comparando com a bala na parede; tamanho das pegadas; celular, computador, câmera, revistas; fotos na parede; faltando 5 fotos (natureza); examinar o sangue da vítima para ver se ingeriu álcool; um tiro veio de fora; provavelmente foi armação; porta estava aberta; suspeitos: vizinho, mãe; e o fio do telefone cortado*".

Em toda essa etapa, os comportamentos de *colaborar na gestão de processos e na realização da investigação, compartilhar e comunicar informações, organizar as*

informações e investigar de forma objetiva e sistemática ficaram evidentes, pois aparecem com muita intensidade e sempre associados a vários comportamentos a fim de *construir consenso* e/ou diferentes teorias sobre o crime.

Os comportamentos mais significativos que apareceram nessa etapa foram *colaborar* (CPRI – 5), *proposição de perguntas simples* (10), *proposição de perguntas elaboradas* (6), *organizar as informações* (5), *entender o tipo de prova* (EP – 5), *investigar* (IOS – 4) *compartilhar* (CCI – 6), *proposição de procedimentos e análises* (12), *planejar a investigação* (11), *propor hipóteses* (15), *avaliar hipótese* (6), *analisar os dados* (6), *construir consenso* (3) e *observar* (14). Além disso, aparecem dois comportamentos que ainda não haviam aparecido nesse momento: a *autorregulação* e o *colaborar* (CPRI), sendo este último evidenciado pela primeira vez desde o primeiro momento analisado.

Cabe destacar que, apesar dessa etapa ser apenas uma atividade de socialização sobre as *observações* (O) realizadas, o grupo em diversas situações *propõe e avalia hipóteses* (PH, AH), *interpreta* (I), *explica* (E) e *analisa dados* (AD) na tentativa de *construir consenso* e/ou diferentes teorias sobre o crime. Nesse sentido, durante esse processo de socialização, o grupo *propõe vários procedimentos e análises* (PPA) e *planeja algumas ações* (PI) a fim de elucidar as *hipóteses* (PH) e/ou teorias explicitadas pelo grupo.

4.2.5 Avaliação geral

De forma mais ampla, pode-se perceber que nesse terceiro momento aparecem mais comportamentos investigativos que no segundo momento. Isso pode ter ocorrido devido às atividades que foram propostas, ou seja, que os alunos tiveram que desempenhar um papel mais ativo, colocando-se como os responsáveis pelo desenvolvimento da atividade, na qual obtiveram informações mais específicas e reais sobre o crime, diferente do momento 2. E isso pode ter sido a causa para que o grupo deixasse um pouco de lado a sua postura parcimoniosa.

Outro ponto importante a ser destacado, que também foi mencionado no segundo momento, é quanto à conservação de determinados comportamentos. Porém, no segundo momento os comportamentos foram complexificando-se no decorrer das etapas, de forma a estarem associados a outros comportamentos; já nesse terceiro momento, com exceção da primeira etapa, percebe-se que os comportamentos raramente apareciam de forma isolada e eles mostraram-se mais complexos em todas as etapas. Isso pode ser identificado pela

extensão maior dos extratos deste momento, em que cada extrato abarcava muitos comportamentos. E isso se dá pelo fato do grupo compartilhar e comunicar informações, investigar de forma objetiva e sistemática e organizar as informações. Na tabela 2 podem-se visualizar os comportamentos que apareceram em cada uma das etapas, e os que se conservaram.

Tabela 2 – Síntese dos comportamentos apresentados pelo grupo no Momento 3

Comportamentos	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4
Observar	3	8	10	14
Propor procedimentos e análises	1	1	6	12
Registrar informações	1		1	10
Propor perguntas simples		1	2	10
Coletar		2	2	1
Interpretar		2	5	5
Compartilhar e comunicar informações		5	8	6
Planejar a investigação		1	4	11
Investigar de forma objetiva e sistemática		2	1	4
Analisar os dados		1	6	6
Liderar		1	1	3
Propor perguntas elaboradas		1	3	6
Propor hipótese		5	12	15
Explicar			6	4
Organizar as informações			1	5
Avaliar hipóteses			2	6
Fazer conclusões			1	3
Entender o tipo de prova que poderia apoiar ou contradizer a teoria			4	5
Descrever o processo de raciocínio			1	2
Construir consenso			1	3
Avaliar explicações			1	
Criar argumento			1	
Retroalimentação/Feedback			1	
Autorregulação				2
Colaborar na gestão de processos e na realização da investigação				5

* os números expressos na tabela representam quantas vezes determinado comportamento foi reconhecido.

** as células sombreadas representam que o comportamento não foi evidenciado naquela etapa.

4.3 MOMENTO 4

Nesse momento, os alunos assumiram o papel de peritos procurando e analisando evidências na cena do crime, a fim de solucionar o problema proposto. Cabe destacar que o pesquisador ficou responsável por orientar os alunos quanto aos cuidados na coleta das evidências, aos procedimentos para análise das provas e informá-los dos materiais disponíveis que poderiam ser solicitados. Dessa forma, também foi possível instigá-los à discussão e à reflexão sobre o que pensavam fazer e o que estavam fazendo. Os comportamentos identificados nesse momento são mostrados na Figura 11.

Figura 11 – Esquema com os comportamentos investigativos identificados no Momento 4



O comportamento de *observar* pode ser identificado no decorrer de toda a atividade proposta nesse momento, assim como nos momentos anteriores. Um exemplo pode ser visto no extrato a seguir, no qual os alunos explicitam alguns locais onde poderiam coletar impressões digitais: "*tem na câmera fotográfica e na caixinha plástica de cartão de memória*" e "*tem nos copos também*". Outro exemplo é quando os alunos ficam olhando as fotos contidas no mural: "*olha aqui, em três fotos aparece o carro, aqui, aqui e aqui aparece a traseira dele*", e enquanto releem os depoimentos das pessoas envolvidas, e ficam observando

o que elas disseram, por exemplo, com quem e onde estavam no momento em que ocorreu o crime:

"Vítor: olha a Mariana tem como provar que estava na balada na hora do crime.

Gabriel: por quê? Aparece dizendo que ela tem?

Vítor: sim, além do noivo haviam mais colegas da universidade."

A **observação** (O) também pode ser identificada por meio de algumas ações, no sentido de que os alunos procuraram olhar a cena cuidadosamente de forma bastante minuciosa a fim de não perderem nenhuma informação importante. Como exemplo dessas ações, pode-se citar: quando os alunos procuram estar cientes dos materiais dispostos no laboratório de análises forenses, e quando olham com atenção as informações contidas nos módulos didáticos fornecidos. Mais especificamente quanto às evidências, pode-se citar que observam as manchas de sangue perto da vítima, o corpo e o que tem em volta dele, as fotos no computador, informações contidas no celular da vítima e na câmera fotográfica, a mesinha onde estão os copos, o pacotinho de papel embrulhado com alguma substância, as pegadas, a existência de duas balas alojadas em paredes distintas, fotos faltando no mural, quando procuram por alguma evidência nos móveis e objetos e também fazem observações na parte externa da cena.

Os integrantes do grupo também procuram se agachar em vários momentos para ver se não encontram nada embaixo, atrás ou entre os móveis e também em seu interior. O grupo sempre procura observar tudo cuidadosamente, inclusive procuraram por compartimentos secretos ou uma evidência que não fosse de fácil percepção, por exemplo, quando um aluno vai até o corpo e verifica os bolsos da bermuda da vítima.

Além disso, o ato de **observar** também pode ser identificado enquanto o pesquisador faz o relato dos depoimentos, já que os alunos escutam, e enquanto escutam fazem anotações e ainda ficam olhando para a cena do crime e/ou demais depoimentos, e enquanto o pesquisador realiza a técnica da impressão digital e de entorpecentes, para que depois possam fazê-las sozinhos. Cabe destacar que em muitas situações os alunos ficam caminhando por toda a cena de crime à procura de alguma evidência física de fácil percepção; nesse sentido, apesar da observação feita pelo grupo ser bastante minuciosa e detalhista, parece indicar em algumas situações uma certa desorientação ou intolerância ao não resolvido.

Outra ação a ser destacada é que os alunos sempre procuraram ver o que os demais colegas estavam fazendo, o que fez com que compartilhassem informações acerca das observações já realizadas e em andamento. E enquanto **compartilham** (CCI), **organizam as**

informações (OI), *colaboram* (CPRI) e *analisam dados* (AD) também fazem *observações* (O). Por exemplo, verificam o dia e a hora das chamadas e mensagens recebidas, e tentam comparar essas informações com a data e hora em que o crime teria ocorrido. Ou seja, o comportamento de *observar* manteve-se presente de forma bastante intensa, já que raramente aparece de forma isolada, impulsionando/gerando outros comportamentos. Essa constatação também poderá ser vista no decorrer da análise desse momento, que é apresentada a seguir.

O *registro de informações* (RI) pode ser identificado enquanto os relatos dos depoimentos são feitos, uma vez que, além de escutar, os alunos fazem anotações em seus blocos. Esse comportamento também é realizado pelo grupo durante as observações na cena, conforme descrito anteriormente, quando os alunos consideram importante fazer o registro de alguma informação. Cabe destacar que num primeiro momento o grupo não toma cuidado em organizar os materiais coletados, mesmo tendo recebido essas orientações, isto é, o grupo não utiliza as fichas de evidências para fazer registros nem as pirâmides para indicar os locais de origem das evidências e objetos já retirados ou coletados. Assim, o pesquisador entrevistou relembrando-os sobre a importância dessa organização.

O *coletar* pode ser identificado na forma de solicitação de alguns depoimentos, e por meio de ações, por exemplo, quando coletam os fios de cabelo encontrados na cena do crime, o papel embrulhado com a substância desconhecida, as balas alojadas nas paredes, as impressões digitais contidas na caixinha plástica de cartão de memória, na câmera digital, nos copos, entre outros. Esse comportamento também aparece associado ao *liderar*, quando um dos alunos aponta para a bala alojada atrás da televisão e diz: "*oh Jonathan, tem que pegar aquela lá também*".

O comportamento de *compartilhar e comunicar informações* também é demonstrado pelo grupo em diversas situações, com a mesma intensidade que o *observar*. Pode-se citar: enquanto estão juntos, ao fazer alguma observação, conversam entre eles; quando um integrante do grupo está fazendo alguma observação sozinho, e chega um colega querendo saber o que este está fazendo; ou o mesmo já procura informá-lo sobre o que encontrou até o momento; ou quando alguém encontra algum dado/informação que considera importante e chama a atenção dos demais. Um exemplo disso pode ser percebido quando Gabriel encontra alguma informação no celular, chama Jonathan, e os dois juntos procuram por outras informações que podem estar contidas nesse objeto, conversam entre eles e em seguida mostram para Vítor. Esse comportamento também pode ser identificado quando, durante o

relato da mãe, são mencionados os nomes de algumas pessoas (Marta, Mariana e Jeferson), e isso faz com que Gabriel olhe para Vítor de uma forma a fazer com que o outro perceba que aquela informação é importante.

Cabe destacar que o comportamento *compartilhar* (CCI) aparece de forma bastante intensa e complexa nesse momento, uma vez que raramente se manifesta de forma isolada, isto é, sempre desencadeava outros comportamentos. Por exemplo, associado à *interpretação* (I), surge quando um dos alunos informa aos demais sobre as fotos encontradas no computador: "*esse parque é o em frente a casa*", e durante a releitura dos depoimentos quando um dos alunos chama a atenção dos demais, pois como pode ser visto no extrato a seguir o aluno demonstra uma certa desconfiança com relação a Jeferson e Mariana. No mesmo extrato, também aparece uma possível *explicação* (E), uma *observação* (O) e uma *hipótese* (PH):

Vítor: esse Jeferson e essa Mariana, oh, aqui parece que eles combinaram (I)
 Gabriel: quem combinou?
 Vítor: a Mariana, porque ele se declarou e o noivo. porque eles falaram a mesma frase, duas frases iguais eles falaram 'estavam em uma balada' (E)
 Gabriel: eles combinaram para não se complicarem (PH)
 Vítor: e 'não, mas estarei ao seu dispor quando o senhor necessitar', falaram a mesma coisa. (O)"

O *planejar a investigação* também aparece associado a esse comportamento – CCI, como sugere o extrato a seguir: enquanto os alunos estão *organizando alguns dados* (OI) e *fazendo conclusões* (FC):

Vítor fala da vítima para os colegas: tá ele não trabalhava, só tirava fotos e estudava em uma universidade. (OI)
 Gabriel: é
 Vítor: temos que ver quais dessas fotos são as que estão faltando
 Rodrigo: são essas daqui que os cara estão comprando (FC)"

O comportamento de *liderar*, associado ao *compartilhar* (CCI) pode ser identificado quando um dos alunos assume a postura de líder chamando a atenção do colega que ficou responsável pela realização da identificação das digitais nos objetos coletados para tal fim e não as executa:

Gabriel: Jonathan tu não vai coletar a digital dos copos? A digital aqui no telefone?
 Jonathan: dos copos?
 Gabriel: sim, mas é o que mais tem.
 Jonathan: tem milhões de digitais.
 Gabriel: então, tu tá caminhando ai e não está fazendo as digitais.
 Gabriel insiste: tem digital no telefone, nos copos.
 Jonathan vai bem perto dos copos e diz: é que dos copos é mais difícil de fazer. (AR)"

Além disso, no extrato anterior, aparece a *autorregulação* (AR) com relação à tarefa solicitada, ou seja, Jonathan sabe que ela é importante, mas percebe dificuldade na sua realização. Outro exemplo desse comportamento também pode ser reconhecido com relação às digitais coletadas e analisadas: "*Jonathan: as digitais mais importantes eu não descobri*", e quando um dos alunos diz: "*Gabriel: bah se vamos ter que colocar um cone em cada lugar que mexemos, eu já mexi em um monte de coisas*".

No extrato a seguir, fica evidente que o grupo reconhece o colega Vítor como *líder* (L), possivelmente por ele ser o integrante do grupo que procura relacionar os dados que vão sendo encontrados, como por exemplo, informações no celular, fotos no mural e no computador, depoimentos e fichas cadastrais. Não que os demais não façam isso também, porém não com igual intensidade, ou seja, os demais alunos estão mais preocupados com as análises e evidências físicas e Vítor é que faz união dessas informações. Além disso, pode-se perceber em diversas situações que o aluno Vítor é autônomo, pois ele se coloca como representante do grupo, intercedendo por eles, e orientando suas ações. No extrato a seguir, por exemplo, os alunos precisavam decidir com quais pessoas teriam que solicitar a comparação da análise de DNA dos fios de cabelo encontrados na cena:

"Pesquisador: são só esses quatro por enquanto?
Jonathan olha para Gabriel e diz: tu que recolheu o fio de cabelo?
Gabriel sorri, e faz gestos com as duas mãos indicando não saber.
Jonathan: Vítor tu que estava aí, que sabe das histórias?
Gabriel: é Vítor, tu que está mais por dentro aí.
Vítor responde com outra pergunta: quantos tem aqui?
Jonathan: quatro, tem a mãe, o vizinho, a namorada e o Jeferson
Vítor: e a Mariana.
Jonathan: Mariana? Quem é essa?
Gabriel: o Jonathan não sabe nada. (risos)
Vítor: que ele se declarou para ela.
Rodrigo: tem no depoimento dela aí. A Mariana é a namorada do Jeferson".

Os comportamentos de *colaborar* (CPRI) e *investigar* (IOS) também são demonstrados pelo grupo em diversas situações, com a mesma intensidade que o *compartilhar* (CCI) e o *observar*, uma vez que também raramente apareceram de forma isolada e enquanto compartilham as informações encontradas, eles vão além, cada um colaborando com as suas informações, ideias, constatações, e assim também demonstram objetividade, pois procuram relacioná-las com outras informações na tentativa de solucionar o problema proposto. Um exemplo desses comportamentos pode ser identificado no extrato a seguir, no qual também é explicitada a *análise de dados* (AD) baseada nos depoimentos:

"Quando veem a foto de Jeferson na ficha cadastral, Vítor imediatamente olha para Rodrigo e Gabriel e diz: esse cara não se parece com o da foto no computador. Gabriel e Rodrigo: é verdade
 Em seguida Vítor e Rodrigo vão até o computador conferir, e percebem que a pessoa da foto no computador realmente não se parece com o Jeferson. (AD)
 Vítor olhando para os depoimentos diz: mas Robson não era amigo da Mariana. (AD)
 Rodrigo também começa a olhar os depoimentos. (O)
 Gabriel que está identificando a bala alojada na parede atrás da mesa de laboratório, pergunta para Rodrigo: como eu vou colocar a pirâmide ali?
 Rodrigo: pendura.
 Gabriel faz a marcação com a pirâmide, em seguida começa a preencher a ficha de evidência da bala que acabou de coletar.
 Jonathan que está tentando identificar a impressão digital coletada na caixinha plástica de cartão de memória de uma das pessoas envolvidas, pergunta ao pesquisador: é sempre o polegar ou pode ser qualquer um dos dedos?
 Pesquisador: não, pode ser qualquer um.
 Pesquisador: esses são, vocês já tem suspeitos.
 Jonathan olha para os colegas e diz: não sei, a gente tem algum suspeito?
 Pesquisador: quando disse suspeitos, queria dizer pessoas envolvidas no crime.
 Jonathan: sim
 Pesquisador: aqueles que vocês já identificaram, que poderiam ter estado na cena.
 Gabriel: até que se prove o contrário todos são suspeitos.
 Pesquisador: pois vocês já tem quatro pessoas que poderiam ter estado aqui dentro.
 Jonathan pergunta para os colegas: vocês já pegaram esse fiozinho de cabelo que tinha aqui?
 Gabriel: não
 Jonathan olha em cima da bancada procurando.
 Gabriel vai ajudá-lo e diz: ai Jonathan, perdendo as provas
 Jonathan: aqui, vem pegar logo.
 Vítor ainda com os depoimentos diz para Rodrigo: olha a Mariana tem como provar que estava na balada na hora do crime. (O)
 Gabriel: porque, aparece dizendo que ela tem?
 Vítor: sim, além do noivo haviam mais colegas da universidade. (O)"

Outro exemplo que pode ser entendido como *investigar* (IOS), *analisar os dados* e *colaborar* (CPRI), aparece quando os alunos decidem levantar o corpo e posicioná-lo de frente, de modo a ter um encaixe quase perfeito da direção que a bala fez após o disparo, simulando como a vítima estaria posicionada no momento em que foi alvejada. Depois colocam o corpo novamente na mesma posição inicial, no chão, e inclinam-se para ver se encontram alguma evidência entre a mesinha onde está o telefone fixo e a parede. Examinam com bastante atenção. Também examinam o telefone, e se abaixam, ficando de joelhos e procuram embaixo do sofá, da estante, da televisão e embaixo da mesinha do telefone se não encontram alguma coisa. Em seguida ficam analisando o corpo e em volta dele.

A *objetividade* (IOS) também pode ser identificada por meio de ações que demonstram cuidado com relação à possibilidade de dano aos objetos e evidências na cena de crime. Por exemplo, quando Jonathan mostra as informações encontradas no celular a Vítor, antes de entregar, e alerta-o apontando com o dedo: "*cuidado que aqui tem uma digital, olha*";

quando estão coletando o fio de cabelo: "*não assopra muito perto, senão ele cai*"; quando tomam cuidado para não pisar no sangue da vítima; e antes da realização da técnica da impressão digital nos objetos contidos na cena, para evitar que seja danificada, primeiramente realiza a técnica com seu próprio celular e digital, ou seja, implanta sua digital em seu celular, e toma bastante cuidado ao realizá-la. Outro exemplo ocorre após a realização da análise da substância desconhecida (identificada como barbitúrico) nos copos, isto é, o aluno demonstra a importância de colocar os copos na mesma posição que se encontravam inicialmente, por uma questão de organização de dados e também pelo fato da identificação das digitais nos copos ainda não ter sido feita pelos alunos.

A ***proposição de procedimentos e análises*** é outro comportamento demonstrado com certa relevância e intensidade, e sempre aparece associado a outros comportamentos. Geralmente aparece quando os alunos estão ***compartilhando informações*** (CCI) e ***analisando dados*** (AD) – por exemplo, enquanto o grupo está no computador: "*olha quais foram as últimas páginas da internet acessadas*"; quanto às informações contidas no celular: "*tu olhou a agenda aqui, as últimas chamadas*"; quando encontram uma chave e dizem: "*vê se a chave abre a porta?*"; quando os alunos solicitam o depoimento de Marta (namorada de Robson) e de Mariana e Jeferson, uma vez que esses nomes foram mencionados no depoimento de Marta; após terem lido o módulo das impressões digitais, procuram no laboratório os materiais para a realização da prática de identificação; quando propõem a comparação entre as fichas cadastrais das pessoas envolvidas e as impressões digitais coletadas; e quando propõem a reconstituição do crime.

Esse comportamento também foi identificado quando o grupo solicita a realização de algumas análises em laboratório – por exemplo, a análise de DNA de quatro fios de cabelo encontrados e coletados na cena de crime: "*teste de DNA dos fios de cabelo. Para ver se algum fecha com as pessoas que temos*"; a análise das balas: "*queremos uma análise das duas balas, analisar se eram da mesma arma*"; análise da identificação do pó branco encontrado: "*queremos saber o que é esse pó branco*". Um exemplo de ***proposição de procedimento*** (PPA) associado ao ***investigar*** (IOS) aparece quando um dos alunos propõe que se faça uma comparação entre as fotos contidas no computador com as que estão faltando no mural de fotos: "*temos que ver se essas fotos são as que estão faltando aqui*".

A ***proposição de perguntas elaboradas*** aparece quando o grupo está analisando as fotos no mural: "*tem como saber se ele tinha carro, se a mãe dele tinha carro, e o vizinho?*".

Cabe destacar que esse comportamento aparece associado à **proposição de procedimentos** (PPA), por exemplo, após a confirmação positiva da análise de entorpecente no pó branco encontrado: "*a gente pode testar isso na bebida?*", quando propõem elaborar perguntas que gostariam de fazer aos suspeitos: "*se algum dos suspeitos conhecem esses dois caras aqui da foto?...se alguém viu eles?*". Quanto à **proposição de pergunta simples**, essas são apresentadas de forma bem pontual e não muito relevante, por exemplo, enquanto o relato do depoimento da namorada da vítima é realizado: "*com quem a vítima traiu a namorada?*"; e em outro momento: "*podemos perguntar qualquer coisa para os suspeitos?*".

Um comportamento importante identificado nesse momento e que ainda não havia sido reconhecido nos dois momentos anteriores é a **autorreflexão**: "*estamos chegando lá*", o qual foi desencadeado pela **proposição de um procedimento** (PPA) de possível identificação dos homens que aparecem nas fotos contidas no computador da vítima, e esse associado à **liderança** (L): "*a gente quer saber se algum dos suspeitos conhecem aqueles dois caras da foto... leva as fotos e pede para eles olharem, e ver se eles já viram*". Além disso, esse procedimento leva o grupo a fazer novas **observações** (O) e **análises de dados** (AD) quanto às informações contidas nos depoimentos, já que nenhuma das pessoas envolvidas no caso conhece os dois homens que estão nas fotos. Nesse momento começam a aparecer indícios de persistência de Vítor, uma vez que em seguida ele faz uma pergunta, a qual é **elaborada** (PPE) e nela também pode-se perceber o comportamento de **entender o tipo de prova** (EP): "*a polícia também não conhece esses caras? Os dois caras da foto?*", em seguida aparece o **planejar** (PI): "*vamos procurar quem são esses dois caras aqui*" e por fim ainda propõe um **procedimento** (PPA): "*a gente podia pedir se tem alguma coisa de filmagem por aqui*".

Outros comportamentos importantes que aparecem são **construir consenso** (CC), **criar argumento** (CA), e **utilizar os dados como prova** (UD), – sendo que esse último ainda não havia aparecido nos momentos anteriores –, segundo extrato a seguir. Tais comportamentos emergem diretamente de uma **análise de dados** (AD) e indiretamente de uma unidade de informação maior, ou seja, durante o **colaborar** (CPRI), **investigar** (IOS), **compartilhar** (CCI), **descrever** (DPR) e **organizar as informações**, o que mais uma vez demonstra a complexidade com que os comportamentos apareceram e também a riqueza da atividade proposta, uma vez que os alunos realmente assumiram a função de peritos na busca de solucionarem o caso:

"Gabriel: quem foi que tirou essas fotos do mural?

Vítor: como a gente vai fazer para descobrir quem são esses caras da foto?

Jonathan: a gente tem que saber quem

Gabriel: é, só pode ter sido ele, porque tiraram as que apareciam ele, as que apreciam o carro e tiraram o cartão da câmera.
 Vítor: oh eu estou achando que um desses aqui mandou esses dois cara matar
 Rodrigo: um desses ali mandou esses dois cara matar esse ali
 Vítor: sim, porque não fechou com as digitais (CC, CA, UD)
 Gabriel: tá, mas e quem estava com ele? E onde é que foi?
 Vítor: a mãe
 Gabriel vai na bancada, pega um saquinho de evidência que tem digital e diz: isso aqui não é ninguém?
 Jonathan: sim, mas não dá para ver
 Vítor: oh Jonathan nenhuma digital fechou?
 Jonathan: não
 Vítor: mas tem que fechar alguma digital, essa é a maior pista que a gente tem.(EP)"

O ato de *organizar as informações* também pode ser identificado quando os alunos procuram organizar, fazendo uma separação entre os materiais que foram enviados para o laboratório e que não deram nenhuma informação importante quanto ao crime, guardando-os em algum outro local, de forma a fazer uma distinção das demais evidências coletadas e a organizar os materiais coletados e identificados até o momento.

A *proposição de hipóteses* é outro comportamento marcante nesse momento e pode ser compreendida quando os alunos estão olhando a foto no computador, na qual dois homens apareciam olhando na direção da câmera: "*aqui eles perceberam que tinha alguém tirando fotos*"; enquanto observam os depoimentos e *compartilham informações* (CCI), um aluno aponta uma hipótese de quem poderia ser o assassino: "*eu acho que foi o vizinho*". Outro exemplo que aparece quando estão *compartilhando* (CCI) e *analisando os dados* (AD), está no extrato a seguir:

"Rodrigo: tá, ele estava aqui no sofá com uma outra pessoa
 Vítor: isso
 Rodrigo: e a outra pessoa saiu e ele bebeu. E a outra pessoa colocou
 Vítor: um sonífero"

Outra *proposição de hipótese* (PH), no sentido de indicar uma teoria sobre o crime: "*alguém veio, e ele [disse] 'vamos tomar uma cerveja, e aí colocou o sonífero'*", impulsiona um dos integrantes do grupo a manifestar os comportamentos de *entender o tipo de prova* (EP) e *planejar a investigação*: "*tem que analisar as digitais do copo*" – ele pensa nisso pois como o colega aponta como hipótese que foi colocado sonífero em um dos copos, ele imediatamente pensa que nos copos devem haver digitais e assim poderiam identificá-las e encontrar um possível suspeito ou quem sabe até o autor do crime.

A *análise de dados* pode ser identificada através de algumas ações, como por exemplo, quando os alunos procuram fazer comparações entre as informações contidas no celular com os depoimentos, os depoimentos com as fichas cadastrais, os fios de cabelo

coletados na cena com as pessoas envolvidas, e quando observam com detalhe o que as pessoas relataram nos depoimentos - por exemplo, onde e com quem estavam na noite em que o crime ocorreu. No extrato a seguir, mostra-se um exemplo do aparecimento do *compartilhar informações* (CCI), da *análise de dados* (AD) e do *observar*:

"Vítor: que dia foi a mensagem?
 Gabriel: Jonathan?
 Vítor: um dia anterior ao crime, e às três em ponto.
 Gabriel: é que a mensagem e a ligação foram em horas diferentes
 Vítor: é que aqui ela falou que saiu às quatro horas
 Gabriel agora com o celular em mãos diz: foi dia 12
 Vítor: então não
 Gabriel: dia 13 tem uma chamada aqui, tem algum Carlos aí?
 Vítor olha para os depoimentos e diz: não"

Outro exemplo importante que aponta a *observação* seguida da *análise de dados* realizada pelo grupo é percebido quando um dos alunos vai à parte externa da cena e fica olhando para a perfuração de bala na janela de vidro – ele tenta posicionar-se e olhar pela perfuração procurando perceber se essa corresponde a uma das balas alojadas no interior da cena. Essa ação o impulsiona a *avaliar a sua própria hipótese* (AH), uma vez que essa análise inicial o faz pegar um laser e continuar a analisar a perfuração da bala. Porém agora ele tenta projetar a luz do laser em uma linha procurando obter uma correspondência positiva entre a perfuração da bala na janela de vidro e o local onde estava alojada uma das balas na cena do crime, isto é, a que estava alojada na parede atrás da mesa do laboratório. O que esse aluno está tentando perceber é se o atirador estava do lado externo ou interno da cena.

Outro exemplo de *avaliar hipótese* foi identificado enquanto os alunos estão *compartilhando informações* (CCI) – por exemplo, quando estão na sala observando o corpo e o que tem em volta dele, especificamente com relação ao telefone que se encontrava fora do gancho: "Vítor: porque aí foi um ato de socorro (PH) Gabriel: mas ele ia tentar pedir por quê? (AH)".

Por fim, com o objetivo de finalizar a análise desse momento, apresentam-se dois exemplos que demonstram a complexidade em que os comportamentos apareceram, no sentido de mostrar sua validade e uma melhor compreensão das ações do grupo. Nesse sentido, na descrição a seguir, apresenta-se um primeiro exemplo, identificado como *colaborar* (CPRI), *compartilhar* (CCI), *construir consenso* (CC), *descrever o processo de raciocínio* (DPR), e *entender o tipo de prova* (EP) e *investigar* (IOS), e também se pode perceber o aparecimento de outros comportamentos: Rodrigo pega o laser e faz vários testes,

posicionando-se em vários locais, na tentativa de encontrar uma linha correspondente com a bala que estava alojada na parede atrás do televisor (**AD, O**), em seguida chama a atenção de Gabriel, pedindo ajuda: "*levanta o corpo aí*" (**PPA**) e Vítor percebe e imediatamente diz: "*uma simulação*" (**PPA**). Diante disso, Gabriel e Vítor foram levantar o corpo, e tomam bastante cuidado para não pisarem nas evidências de sangue e levantam-no bem devagar, cuidando inclusive a relação entre a posição inicial encontrada, de forma que ao levantá-lo os alunos conseguissem realmente representar a posição que a vítima se encontrava no momento em que foi alvejada. Com o corpo já na posição vertical, eles procuram posicioná-lo de forma a simular o local exato onde o mesmo se encontrava, levando em conta a distância entre os pés da vítima e a mesinha onde está o telefone (**AD, O**).

Nesse momento, surge novamente uma *análise de dados*, e nela se pode reconhecer outros comportamentos, como quando Rodrigo, que está com o laser, diz para seus colegas: "*oh, mas como ele caiu, não é a trajetória da bala*" (**FC**). Assim, Gabriel e Vítor olham para o corpo, a cabeça da vítima e o local onde a bala estava alojada na parede e Jonathan se aproxima para ajudar, e Rodrigo complementa com uma *explicação* (**E**) diante do novo posicionamento do corpo: "*assim ele teria caído no sofá*". Jonathan chega mais perto, vira o corpo um pouco para a esquerda e faz uma *interpretação*: "*ele tinha que estar virado assim oh*". Rodrigo insiste e com o auxílio do laser faz outra *interpretação*: "*porque tem que ser essa trajetória aqui oh*", e Jonathan retruca com outra *interpretação*: "*a posição é essa aí, mas ele tem que estar mais para trás*". Em seguida, ocorre uma outra *análise de dados* realizada por Gabriel e Vítor, os quais posicionam o corpo um passo para trás, e Jonathan se afasta e vai para perto de Rodrigo, tentando ajudar, e logo em seguida dá outra orientação indicando com a mão que devem colocar o corpo um pouco mais para a esquerda: "*coloquem ele um pouco mais para lá*". Depois, Jonathan vai ajudar e Gabriel solta o corpo. Rodrigo insiste agregando informações à sua hipótese: "*olha aqui, não tem como ter atirado daqui*" (**R**). Vítor fica segurando o corpo sozinho, e Gabriel e Jonathan vão para perto de Rodrigo e observam a trajetória do laser (**O**). Em seguida novamente optam por fazer uma *nova observação* e uma *análise de dados*:

"Gabriel: é

Jonathan: ele está para frente, deita ele no chão e vamos ver se a cabeça dele está para lá

Rodrigo: porque olha como ele está, e a bala é lá, oh. E a bala veio assim, e não veio mais para lá.

Jonathan e Vítor olham para a perfuração que a bala fez na testa da vítima.

Rodrigo também vai para perto dos colegas, e nesse momento estão todos juntos perto do corpo, ainda na vertical, ficam conversando baixinho".

No segundo exemplo, identificado como *colaborar* (CPRI), *compartilhar* (CCI), *descrever o processo de raciocínio* (DPR), e *utilizar os dados como prova* (UD), pode-se perceber também o aparecimento de outros comportamentos. Na descrição a seguir aparece a *análise de dados*, associada a outros comportamentos: quando Vítor vai até o escritório onde está Rodrigo e propõe uma *hipótese* (PH): "*as fotos que foram tiradas do mural são as que aparecem eles, então provavelmente foram eles que entraram e tiraram essas fotos, então, eles são os principais suspeitos*". E quando Vítor vai até Gabriel que está analisando as digitais e diz: "*se um dos caras estava na casa, então é suspeito*" (EP).

Em seguida Vítor volta ao escritório e fica olhando as fotos no mural. Gabriel para de analisar as digitais e vai até o escritório com o colega. Jonathan, com base nos depoimentos que estava relendo demonstra o comportamento de *observar* quando diz: "*estava morto a cinco horas, quando eles chegaram, a mãe chegou as oito e meia*". De forma paralela, durante a conversa de Vítor e Gabriel, identifica-se outra *hipótese* (PH) e *análise de dados*:

Vítor: se eles tiraram as fotos...então não tem nada a ver com ex-namorada
 Gabriel: eu falei antes, porque levaram as fotos da câmera também
 Vítor: mas esqueceram no computador
 Gabriel: é, esqueceram no computador
 Vítor: mas roubaram as fotos, eu acho que a ex-namorada é pista falsa"

Em seguida, Vítor pensa e compartilha com os colegas: "*Mas como vamos fazer para descobrir quem são esses dois?*". Jonathan, que está com os depoimentos, aponta algumas informações contidas neles com o propósito de ajudar a desvendar o crime: "[A namorada – Marta] *chegou muito alterada entre as 4h e 4:30*", "*ele estava morto a cinco horas, menos cinco, dá três e meia*" e "*Creio que a primeira [mulher], com cabelos ruivos chegou pela 01:00, não posso afirmar com certeza e a outra, com cabelos loiros, já era tarde, chegou muito alterada, acho que eram umas três e meia, quatro horas*". Vítor percebendo a importância dessas informações propõe um *procedimento* (PPA): "*temos que ver se tinha câmera de segurança no parque para averiguar*". Em seguida, os alunos retornam ao escritório e depois voltam para a sala à procura de outras informações. E por fim, Vítor novamente aponta qual seria a prova/informação que ainda não possuem, mas que precisam saber para conseguirem solucionarem o caso: "*o que está faltando é identificar aqueles dois caras*" (EP) e para isso também aponta um possível *procedimento* para obterem a informação: "*Vamos imprimir a foto e fazer cartazes e espalhar pela cidade 'procura-se'!*".

Como pode ser visto, na análise descrita, esse momento é bastante complexo e com uma riqueza de dados, uma vez que os comportamentos quase sempre aparecem associados a

vários outros. E assim sendo, as unidades de informação que as expressam apresentam-se em uma extensão maior; dessa forma, optou-se em diversas situações pela descrição dos comportamentos. Nesse sentido, pode-se citar que os comportamentos que desencadearam outros ou apareceram juntos foram a *observação* (O), o *compartilhar* (CCI), o *colaborar* (CPRI), a *proposição de procedimentos e análises* (PPA), e o *investigar* (IOS).

De forma mais específica, na Tabela 3, pode-se visualizar os comportamentos que apareceram nesse momento, assim como a sua intensidade. Por exemplo, os comportamentos que aparecem com certa intensidade foram: o *observar* (104), a *proposição de procedimentos e análises* (39), o *compartilhar e comunicar informações* (35), *analisar os dados* (34), *propor hipóteses* (20), *coletar* (17), *investigar de forma objetiva e sistemática* (14), *registrar informações* (13), e o *colaborar na gestão de processos e na realização da investigação* (9). Além disso, aparecem pela primeira vez, desde o primeiro momento analisado, o comportamento de *utilizar os dados como prova* e a *autorreflexão*. E o *avaliar explicação* não foi identificado, apesar dos alunos *criarem argumentos* (CA), ou seja, isso parece indicar que criam argumentos para defender sua ideia e os demais concordam (*construir consenso*).

Tabela 3 – Síntese dos comportamentos apresentados pelo grupo no Momento 4

Comportamentos			
Observar	104	Liderar	5
Propor procedimentos e análises	39	Propor perguntas elaboradas	7
Registrar informações	13	Propor hipótese	20
Propor perguntas simples	2	Explicar	3
Coletar	17	Organizar as informações	4
Interpretar	7	Avaliar hipóteses	4
Compartilhar e comunicar informações	35	Fazer conclusões	4
Planejar a investigação	4	Construir consenso	2
Investigar de forma objetiva e sistemática	14	Criar argumento	1
Entender o tipo de prova que poderia apoiar ou contradizer a teoria	7	Autorregulação	3
Descrever o processo de raciocínio	4	Retroalimentação/Feedback	1
Utilizar os dados como prova para apoiar ou contradizer a teoria	2	Autorreflexão	1
Colaborar na gestão de processos e na realização da investigação	9	Analisar os dados	34

* os números expressos na tabela representam quantas vezes determinado comportamento foi reconhecido.

O fato de esses comportamentos não terem aparecido anteriormente, enquanto outros comportamentos apareceram com tal intensidade, pode estar associado à atividade proposta nesse momento, já que essa condicionava diretamente as ações do grupo no ambiente, e os momentos anteriores estavam associados a algum tipo de observação sobre o crime. Além disso, a complexidade e a riqueza de informações apresentadas pelo grupo nesse momento podem estar associadas com o aumento do comprometimento e envolvimento do grupo com a atividade, ou seja, os alunos realmente se colocaram na função de peritos e agiram com maior liberdade, não só com relação à resolução do crime, mas também com relação à postura assumida entre eles e com o ambiente durante esse processo de investigação.

Outro ponto a ser destacado, é que o grupo, nesse momento, realiza algumas ações sem utilizar a fala, apenas se comunicando por meio de gestos, do olhar, de alguma indagação ou murmúrio. Entende-se que tal forma de comunicação só é possível quando os membros do grupo se encontram completamente engajados nas ações realizadas pelos colegas.

De uma forma geral, pode-se perceber que o grupo parece sempre estar à procura de uma prova física de fácil percepção, ou seja, que na concepção do grupo uma única evidência ou prova poderia solucionar o caso, e isso pode ser um dos fatores que pode indicar porque os comportamentos de *observar* e *compartilhar* (CCI) são tão intensos. Além disso, o grupo em diversas situações demonstra que o compartilhar não está diretamente associado à *proposição de hipóteses, análises* (PPA, AD) ou *avaliações* (AH, FC), uma vez que muitas das informações compartilhadas entre eles estão associadas às observações que cada um realiza de forma individual ou entre pares. Ou seja, comunicam aos demais colegas o que percebem, encontram e observam. Essas ações demonstram que o grupo como um todo procura não se expor, emitindo conclusões precipitadas, ou seja, estão sendo parcimoniosos.

Outro fator que chama a atenção é quanto à forma com que o grupo age, ou seja, cada um faz alguma coisa, mesmo que essa distribuição não tenha sido realizada. Isso parece indicar que, ao entrarem na cena, cada um moveu-se de acordo com seu interesse e comprometeu-se com aquela tarefa a ponto dos demais colegas perceberem que o outro estava responsável pela realização e execução da mesma. E assim, o *compartilhar* (CCI) também estava associado a isso, uma vez que quando alguém encontrava algum dado novo comunicava aos demais, e quando alguém queria saber se alguma informação nova havia sido encontrada quanto à tarefa que o outro realizava, perguntava. Essa ação do grupo ao procurar ver o que os demais colegas estavam fazendo, fez com que *compartilhassem informações*

(CCI) acerca das *observações* (O) já realizadas ou as que estavam em andamento, *organizassem as informações* (OI), *colaborassem* (CPRI) e *analisassem dados* (AD).

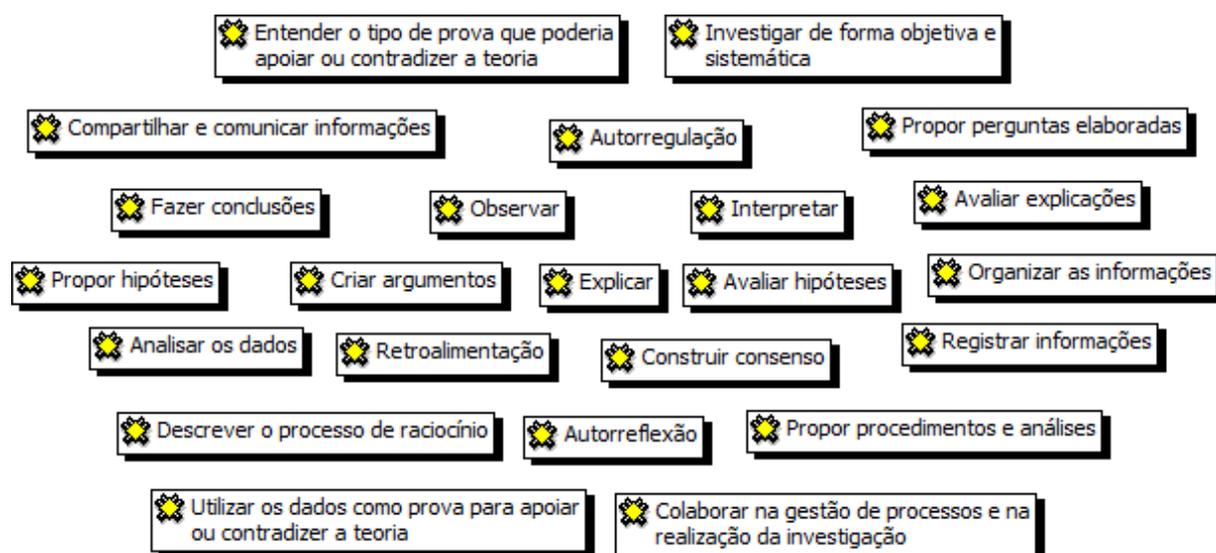
Outro ponto a ser destacado, que também pode estar associado à *observação* (O) e ao *compartilhar* (CCI), é quanto ao processo de aprendizagem proporcionado pela atividade. Em um primeiro momento, quando começam a *coletar evidências* (C) e *propor procedimentos* (PPA), estão fazendo isso à procura de respostas simples e prontas para a resolução do problema (crime), pois vão coletando tudo o que veem, analisando, ou encaminhando para o laboratório. Dessa forma, o grupo *propõe muitos procedimentos* (PPA), mas a maioria está associada a obterem informações de relação explícita e direta com o crime, como por exemplo, a arma do crime, um bilhete do assassino, apenas um grupo de digitais, e não como forma de *verificar uma hipótese* (AH) e teoria sobre o crime. Com o passar do tempo, as ações de *observar*, *colaborar* (CPRI), e *compartilhar informações* (CCI) indicam que o grupo torna-se mais objetivo com relação ao desenvolvimento da investigação. Isso indica, que em um primeiro momento o grupo estava tratando o problema de uma forma simplista, e ao perceber que não existia uma explicação simples para a resolução do crime, tiveram que partir para algo mais elaborado, ou seja, coletar um grupo mais amplo de informações e propor hipóteses de maneira a tentar resolver um problema complexo.

O *colaborar* (CPRI) é bastante intenso uma vez que o grupo vai além de *compartilhar* (CCI) e *observar*: ajudam-se, atuando como uma equipe, *reunindo informações* (OI), e *propondo procedimentos* (PPA) de forma conjunta e executando-os também em conjunto, uma vez que cada um ajuda com as suas informações, ideias, e constatações. Outro exemplo disso pode ser percebido com relação às pirâmides e fichas de evidências, já que elas são preenchidas e identificadas coletivamente. A colaboração é detectada em diversas situações como um ir além de simplesmente compartilhar, ou seja, informar o outro. Eles compartilham, mas cada um colabora com a informação que tem na tentativa de ajudar uns aos outros, como um grupo em busca de um objetivo comum. Em diversas situações parece que estão reunindo as informações e tentando organizá-las, no sentido de verificar se algum colega tem alguma informação nova para orientar o olhar. E assim também demonstram *objetividade* (IOS), pois procuram relacioná-las com outras informações na tentativa de solucionar o problema proposto.

4.4 MOMENTO 5

No último momento, com o intuito de finalizar a proposta desenvolvida, foi solicitado que o grupo elaborasse um laudo, contendo uma síntese das ideias, ou seja, um relato das suas conclusões para desvendar o caso, possibilitando, dessa forma, que os alunos explicitassem suas ideias, opiniões, dúvidas, curiosidades, constatações, e conclusões e ao mesmo tempo escutassem seus colegas. Assim, proporcionou-se um momento de troca entre todos, como forma de refletir, analisar, avaliar, julgar, oportunizando o posicionamento crítico, a argumentação e a defesa de ponto de vista. Os comportamentos identificados nesse momento são mostrados na Figura 12.

Figura 12 – Esquema com os comportamentos investigativos identificados no Momento 5



Os extratos apresentados a seguir foram retirados de unidades de informações que caracterizam os comportamentos de *compartilhar e comunicar informações*, *colaborar* (CPRI), *analisar os dados*, *construir consenso*, *descrever o processo de raciocínio*, *investigar* (IOS) e *organizar as informações*. Tais comportamentos aparecem com relevância e intensidade, devido à postura de discussão e socialização assumida pelo grupo, com o objetivo de compreender o que de fato aconteceu na noite do crime. Essa postura também permite a identificação de outros comportamentos, como poderá ser visto nas descrições a seguir.

O *observar* pode ser identificado enquanto os estudantes procuram informações nas fichas cadastrais e depoimentos, por exemplo, quanto à idade do principal suspeito "Carlos"

("Jonathan: o Carlos tem 26 anos"), da vítima: ("Jonathan: 24 anos") e quanto à idade do outro homem que aparece na foto juntamente com Carlos ("Jonathan: mas aquele lá parece ser mais velho, parece ter uns 30 anos"); quando estão mexendo na caixa de som, tentando compreender o que de fato ocorreu na hora do crime, especificamente, o motivo pela pegada do assassino estar perto do corpo da vítima ("Rodrigo: tem que ter alguma coisa, porque o que ele veio fazer aqui?"), quando examinam com atenção as evidências ("Jonathan: oh Gabriel, as balas que foram encontradas são diferentes"); quando olham embaixo do assento de todas as cadeiras, para ver se a arma do crime não foi "colada". Cabe destacar que esse comportamento aparece com menos intensidade que nos momentos anteriores. O **registro de informações** (RI) é realizado por um dos integrantes do grupo, que anota as conclusões obtidas durante todo esse último momento.

As **perguntas elaboradas** (PPE) aparecem em diversas situações – por exemplo, quando os alunos estão conversando sobre a identificação das digitais nos copos: "Gabriel para Rodrigo: vai que essa digital no copo é do outro cara que estava com o Carlos?"; quando estão fazendo **observações** (O) quanto ao sentido das pegadas: "Vítor: e as pegadas?; Rodrigo: sim, as pegadas uma veio para cá na direção da vítima; Vítor: e as outras saindo"; quanto às informações contidas nas fotografias, na tentativa de descobrir o real motivo do crime: "Vítor: Tá, ele não trabalha então, mas porque ele estava de terno lá com o outro cara?"; e quando estão procurando alguma prova que poderia apoiar a sua teoria: "Vítor: o cabelo será que não fecha com o do Carlos?", "Jonathan: tem como ver se no copo 012 tem digitais do Carlos?", isto é, esse aluno está querendo saber se nesse copo, além das digitais do Robson (a vítima), também tinha digitais de Carlos, já que foi encontrado sonífero nesse copo; e "Vítor: como a gente vai provar que o gordinho estava lá fora?", sendo que nessa última pergunta aparece a **autorregulação**, ou seja, o aluno percebe a importância de determinada informação.

Outro exemplo da **autorregulação** aparece associado com a **objetividade** (IOS), quando o grupo demonstra certo incômodo pelo fato de não saberem o real motivo do crime: "Vítor: só que a gente não descobriu ainda o é que ele estava fazendo, porque ele queria apagar essas fotos e porque ele matou". Em seguida um colega aponta que isso pode ser porque não conseguiram identificar o conteúdo da maleta que aparece nas fotos e faz uma **pergunta elaborada** associada à **objetividade** (IOS): "o que ele tinha na maleta? Vamos ser mais objetivos".

Esse comportamento (PPE) também é identificado quando o grupo está propondo algumas *hipóteses* (PH), a fim de explicar como o crime poderia ter ocorrido: "*Vítor para os colegas: será que não pode ter sido alguém que mandou eles matarem ele?*", e para isso agregam temporalidade *utilizando-se dos dados* (UD) que possuem:

"Rodrigo: ele botou a droga para o cara dormir né?
 Vítor: o sonífero
 Gabriel: é
 Rodrigo: e daí foi e tirou as fotos
 Gabriel: é e tirou as fotos, tá
 Rodrigo posicionado entre o escritório e a bancada e diz: mas daí, como é que veio o tiro de lá? E quando a vítima acordou? (PPE)
 Vítor: esse tiro de lá é que é o problema
 Rodrigo: é
 Gabriel: é, esse tiro é o problema. É porque aqui, até o cara o vê, bah ele levantou e ia ligar, chamar alguém, e aí o cara viu que ele levantou e atirou."

Em seguida aparece o *avaliar hipótese*: "*Rodrigo: só que daí, se ele tivesse pegado no sono, ia se levantar e ia estar com o telefone aqui, porque ele ia levar um tiro do lado e ia cair para trás, ele não ia estar de costas (AH)*". Outro exemplo de *avaliar hipótese* associada à sua *proposição* (PH) e a uma *pergunta elaborada* (PPE):

"Vítor: Eu acho que o tiro que veio de fora foi do gordinho e o Carlos estava aqui com ele. (PH)
 Rodrigo caminha em direção a porta e diz: mas o que ele ia estar fazendo aqui na porta para ter atirado aqui? (AH, PPE)"

Outra *hipótese* (PH) que surge: "*Jonathan: eu li uma coisa aqui agora sobre tiros, tiro na culatra, vai que ele tentou matar o cara que estava nas fotos e o tiro saiu pela culatra?*", assim aparece o *explicar*: "*Jonathan: porque se o tiro foi pela culatra o tiro foi para trás*". Diante dessa hipótese, o grupo faz uma *avaliação* (AH) e assim também aparece o *entender o tipo de prova* (EP):

"Gabriel para Jonathan: mas como ele ia cair de bruços, Jonathan?
 Rodrigo: daí ele teria caído para lá
 (Vítor fica coçando a cabeça e pensando)
 Jonathan: ah, tem isso também
 Gabriel: se ele caísse de frente tudo bem, mas ele caiu de bruços. (EP)
 Vítor: o problema é o tiro de fora
 Jonathan vai para perto do sofá que está perto da porta e diz: o cara pode cair assim oh (faz gesto de tropeço), vai saber né?
 Gabriel: Jonathan, tu aqui, tu não ia te virar e cair (Gabriel mostra como se a vítima tivesse sido alvejada de frente) e aí para cair de bruços, ela não teria se virado totalmente".

A *retroalimentação* é identificada após a *proposição do procedimento de análise* (PPA) das digitais em um laboratório, já que o grupo não conseguiu fazer essa identificação com tal precisão – pois ficaram na dúvida em 3 digitais que poderiam corresponder – e o

grupo percebe a importância dessa informação para solucionarem o caso: "Vítor: o que falta para provar é uma digital do Carlos na cena" e "Vítor: isso, eu acho que é o que falta, e o gordinho, que nem tu disse, deve estar lá fora esperando para acertar ele".

O ato de *entender o tipo de prova* (EP) é demonstrado quando o grupo percebe a importância de determinada informação para a resolução do caso: "Vítor para Jonathan: tem que fechar alguma digital com a do Carlos", e fica mais evidente no extrato a seguir, no qual também aparece uma *explicação* (E) associada a uma *hipótese* (PH):

"Vítor: se uma digital fechar com a do Carlos, tá feito!
Gabriel: não, a digital deveria fechar com o outro
Vítor: não o Carlos, o amigo dele
Gabriel: mas a digital da câmera ou da embalagem devia de fechar com o do gordinho"
"Vítor: mas eu acho que o gordinho estava fora, porque um tiro veio de fora" (PH, E)

Esse comportamento também é reconhecido associado a *criar argumento* (CA) e *avaliar explicação* (AE), segundo extrato a seguir, no qual um dos alunos aponta e argumenta uma possível teoria sobre o crime, com base em hipóteses e ideias já mencionadas pelos colegas. No entanto, esse argumento é considerado falho pelos outros dois colegas, por considerarem que essa explicação não retrata o real posicionamento do assassino em relação ao corpo da vítima e não contempla a outra bala encontrada, a qual possivelmente foi disparada da parte externa da cena do crime:

"Vítor levanta da cadeira e diz para os colegas: e faz sentido, o amigo dele foi ali tirar as fotos e deu o tiro por trás (ele está se referindo às fotos que faltam no mural e apontando para a bala que está alojada na parede atrás do televisor) (CA)
[Rodrigo: não, mas ele ia estar aqui oh (e se posiciona na sala)
Gabriel: mas e o tiro de fora Vítor?
Rodrigo: mas ele ia estar aqui oh (EP)
Gabriel: mas por que ele ia atirar de fora assim do nada? Atirou por fora, para assustar? E o outro cara estava dentro.] (AE)"

Um exemplo em que o comportamento de *criar argumento* e *utilizar os dados* (UD) fica bem marcado é mostrado a seguir, na proposição de uma teoria sobre o crime:

"Rodrigo: o Carlos deu o sonífero para a vítima
Vítor: é
Rodrigo: daí o Carlos foi para o computador
(Vítor faz gesto com a cabeça que sim)
Rodrigo: ele fingiu que estava dormindo. (PH)
Vítor: não, eu acho que ele foi para o computador, porque ele deixou as fotos no computador
Rodrigo: tá, sim, mas então
Gabriel interrompe e diz: mas ele não notou Vítor, ele foi pegar da máquina logo e aí viu as fotos no mural (AH)
(Vítor faz gesto com a cabeça que sim)
Rodrigo: mas o Robson ficou aqui, fingindo que estava dormindo, daí levantou e

saiu correndo, só que aí tinha aquele gordinho que atirou de fora
 Vítor: isso, saiu correndo, e aí tentou ligar (aponta para o telefone)
 Rodrigo: e aí se desesperou e não lembrou que o Carlos estava ali
 Gabriel: foi ligar
 Rodrigo: veio correndo para o telefone e levou o tiro."

As **conclusões** (FC) aparecem em diversas situações – por exemplo, quando os alunos estão procurando entender a direção de uma das balas na cena: "*Vítor aponta com a mão para a bala alojada na parede atrás da mesa do laboratório e diz para os colegas: esse ali veio de fora. Gabriel: tem que ter vindo de fora*"; quando estão fazendo **observações** em relação ao corpo da vítima: "*Rodrigo: ele caiu oh (O)*", e em seguida caminha para o local onde o assassino estaria – entre a bancada e o escritório e diz: "*Rodrigo: ele matou aqui*" (FC); e, com relação à mensagem enviada pela namorada da vítima – Marta, encontrada no celular:

"Vítor: no fim, o fato da namorada ter mandado a mensagem não tem nada a ver, né?
 Gabriel: não sei
 Vítor: até porque a namorada dele diz que tem como provar onde ela estava".

E diante de muitas inquietações e reflexões realizadas pelo grupo, um dos alunos aponta outra **conclusão** (FC) e **utiliza dados** (UD) que a sustentam: "*Vítor: uma coisa a gente tem certeza, que o Carlos está envolvido, por causa das fotos (...) mas depois das fotos, depois de tudo isso, isso é óbvio que foi ele (...) todas essas provas indicam que o Carlos estava na casa e que ele cometeu o crime*". E outro aluno aponta uma **conclusão** (FC) associada a um **procedimento** (PPA): "*Gabriel: tem provas, vamos mandar prender ele porque se tem provas contra ele, e se ele não fala nada*". Outros exemplos importantes que caracterizam as **conclusões** (FC) podem ser vistas nos extratos a seguir:

"Jonathan: a gente tem as digitais nos copos também
 Vítor: é uma prova, ele estava lá mexendo"
 "Gabriel: no fim, a mãe dele, o vizinho e a namorada sumiram"
 "Vítor: a gente já tem as provas
 Rodrigo: vamos prender ele
 Jonathan: podemos mandar um mandado de prisão".

Cabe destacar que essas conclusões estão baseadas nos dados encontrados pelo grupo, ou seja, os alunos apontam Carlos como o possível autor do crime, pois encontraram e têm a comprovação da sua digital em um dos copos com cerveja, na câmera digital e no cartão de memória. Outro fator está associado à negação de Carlos em ter estado no parque e às fotos em que ele aparece e que foram encontradas na cena do crime.

A ação de **interpretar** (I) aparece de forma bem pontual, quando os alunos estão discutindo sobre as suas conclusões, ou seja, procurando reunir o máximo de provas contra o

possível suspeito. Dessa forma, esse comportamento aparece movido por uma possível *hipótese* (PH), como mostra o extrato a seguir, quando o grupo propõe que seja feito um novo teste de DNA com os seis fios de cabelos encontrados na cena do crime, porém agora comparando com o DNA de Carlos:

"Gabriel: tá, vamos dizer que bate - está se referindo ao fio de cabelo. (PH)
 Vítor: a digital dele tava lá, né? (próxima ao computador)
 Rodrigo: sim, então e o cabelo também estava lá
 Gabriel: então se ele estava lá, e o cabelo também, então o cabelo provavelmente é dele (I)."

O comportamento de *analisar os dados* fica bem marcado nesse momento, como já pode ser evidenciado nas análises apresentadas, e pode ser reconhecido quando o grupo recebe a confirmação de que o fio de cabelo coletado ao lado do computador deu positivo com o DNA do Carlos. Um dos integrantes do grupo propõe que se façam perguntas ao Carlos: "*Vítor: oh, a gente tem que descobrir do Carlos no que ele trabalha e o que ele faz, temos que perguntar bastante coisas desse Carlos. Que foi o Carlos a gente sabe, agora resta saber porque ele fez isso*". Em seguida, o aluno começa a anotar as perguntas a serem feitas: "*Qual é a ligação do Carlos com a Marta, Mariana, Jeferson, Amélia e Junior Carlos?*" e "*O que ele tem a dizer sobre as digitais dele terem sido encontradas na casa de Robson?*". Nesse sentido, apresenta-se um exemplo desse comportamento de forma mais específica:

"Vítor: oh, o Carlos negou que ele veio aqui, né?
 Gabriel: ninguém pediu se ele veio aqui, ele negou que ele estava no parque
 Vítor pega o depoimento de Carlos e diz: aqui está escrito que ele disse que ligou sobre um trabalho e combinaram de fazer o trabalho em um outro dia
 Gabriel: é mesmo"

A *autorreflexão* aparece quando estão falando que teriam que encontrar uma digital do Carlos na cena: "*Rodrigo: não tem, ele tinha que falar, a gente não tem como descobrir assim [...]*Vítor: *a gente tem a prova, ele tem que falar sobre as fotos*"; e quando estão tentando reunir várias informações: "*Gabriel: isso é muito complexo para a minha cabeça*". Esse comportamento também é reconhecido quando o grupo está discutindo e refletindo sobre como chegaram à conclusão de que o autor do crime é o Carlos:

"Vítor: é, como é que pode, esse Carlos bem por último. Tu vê, tudo antes era só de ex-namorada e outros
 Gabriel: ou bem por último porque a gente pensou nele por último, porque a primeira coisa que a gente, pelo menos que eu vi foi celular com o número do Carlos, mas a gente esqueceu o Carlos
 Vítor: eu só vi a mensagem
 Gabriel: e aí morreu daí, porque não tinha ninguém o nome de Carlos e aí ficou
 Vítor: pois é
 Rodrigo para Gabriel: e não tinha outra ligação do celular?
 Gabriel: não tinha"

Outro exemplo que marca esse comportamento e que é explicitado pelo grupo aparece como finalização da atividade proposta, ou seja, quando os alunos estão tentando socializar e apontar as últimas constatações:

"Vítor: é que temos provas que o Carlos estava aqui, tem as digitais, só que não sabemos o motivo dele ter feito isso
 Rodrigo: na verdade tem, mas aí mandamos perguntar e ele não assume
 Vítor: o Carlos nega tudo
 Pesquisador: mas vocês tem que ter provas, não importa se ele nega ou não
 Vítor: tem as digitais
 Rodrigo pensa em voz alta: como é que a gente prova o que ele fez?
 Pesquisador: se ele diz que não estava aqui e vocês estão dizendo que ele estava, porque tem a digital
 Rodrigo: ah, sim, aqui ele estava, mas o motivo?
 Vítor: o que ele estava fazendo na foto?
 Rodrigo: tipo, não tem como a gente saber, foto?
 Pesquisador: Por que será que o Carlos matou ele?
 Vítor: é, por que ele tirou as fotos lá do mural?
 Pesquisador: Por que será?
 Vítor: porque ele aparecia nas fotos. Mas o que ele estava fazendo lá?
 Rodrigo: é, o que de comprometedor era?
 Vítor: é
 Pesquisador: mas vocês não tem as fotos ali para olhar?
 Vítor: mas só dá para ver ele com um papel entregando a mala
 Pesquisador: mas vocês podem imaginar alguma coisa
 Rodrigo: eu já falei, é o gabarito de uma prova de matemática
 Pesquisador: bah numa mala tão grande assim?
 Rodrigo: é secreto
 Vítor: alguém mandou matar ele"

Apesar desse momento caracterizar a última etapa da atividade proposta, os alunos ainda propuseram vários *procedimentos* (PPA) que os auxiliassem e os orientassem na resolução do crime, uma vez que o grupo sabia que suas conclusões deveriam ser fundamentadas em dados. Nesse sentido, apresentam-se alguns exemplos desse comportamento: quanto às balas encontradas: "*Jonathan: oh, eles fizeram o teste para ver se os tiros eram da mesma arma?*"; quanto à identificação das digitais na embalagem plástica que continha um cartão de memória, e na câmera digital, já que o grupo não conseguiu identificá-las com tal precisão, apenas conseguiram selecionar as digitais de três pessoas diferentes, com a mesma característica de presilha interna: "*Vítor: vai lá Jonathan, solicita alguém, para as digitais [...] pedir as digitais e o DNA do Carlos com o que a gente achou*"; quando o grupo propõe que seja realizada a análise de DNA nos fios de cabelos e sangue coletados, porém agora com o principal suspeito:

"Rodrigo: tá e aqueles fios de cabelo que estavam no computador?
 Vítor: tem que pedir para ele (pesquisador)
 Rodrigo: como é que é, a gente tem que mandar analisar o fio de cabelo com quem a gente acha que é?
 Vítor: é, com o do Carlos
 Gabriel: manda analisar tudo de volta, com o Carlos agora
 Vítor: é, tudo com o Carlos agora
 Gabriel: os cabelos, o sangue."

Além da constante *proposição de procedimentos* (PPA), o grupo também demonstra outros comportamentos importantes nesse processo de socialização, os quais podem ser visualizados na Tabela 4, como por exemplo, a *proposição de hipóteses* (PH – 15) e de *perguntas elaboradas* (PPE – 11), a *utilização dos dados como prova para sustentar as conclusões* (UD – 8), *entender o tipo de prova que poderia apoiar ou contradizer a teoria* (12), o *avaliar hipóteses* (7) e a *autorreflexão* (6). Uma vez que se trata de finalizar a atividade, o aparecimento desses comportamentos não seria necessário, ou seja, os alunos vão além de *compartilhar e comunicar informações* (5), *colaborar* (CPRI – 5), e de *fazer conclusões* (14), o que pode nos indicar que os alunos de fato se envolveram na atividade, entregando-se à ação e à emoção que lhes foi proporcionada. Além disso, outro ponto forte a ser destacado é quanto à determinação e liberdade na ação, isto é, a liberdade concedida ao indivíduo pelo ambiente em que está inserido.

Tabela 4 – Síntese dos comportamentos apresentados pelo grupo no Momento 5

Comportamentos			
Observar	22	Analisar os dados	6
Propor procedimentos e análises	12	Propor perguntas elaboradas	11
Registrar informações	3	Propor hipótese	15
Autorregulação	3	Explicar	3
Utilizar os dados como prova para apoiar ou contradizer a teoria	8	Organizar as informações	5
Interpretar	1	Avaliar hipóteses	7
Compartilhar e comunicar informações	5	Fazer conclusões	14
Descrever o processo de raciocínio	3	Construir consenso	3
Investigar de forma objetiva e sistemática	6	Avaliar explicações	2
Entender o tipo de prova que poderia apoiar ou contradizer a teoria	12	Criar argumento	2
Colaborar na gestão de processos e na realização da investigação	5	Retroalimentação/Feedback	2
Autorreflexão	6		

* os números expressos na tabela representam quantas vezes determinado comportamento foi reconhecido.

Assim como no Momento 4, pode-se perceber a riqueza de dados e a complexidade entre os comportamentos, sendo que os comportamentos que ficam bem marcados e intensos são o *compartilhar* (CCI), *colaborar* (CPRI), *organizar as informações*, *investigar* (IOS), *analisar os dados*, *construir consenso* e *descrever o processo de raciocínio*. Por outro lado, de forma um pouco distinta do momento anterior, no qual o grupo em diversas situações realizou o trabalho de forma um pouco individual, nesse último momento, os alunos começam a tentar juntar as ideias para solucionar o crime, e agora compartilham as hipóteses e teorias sobre o mesmo com base no que conseguiram descobrir, e ainda procuram fazer algumas análises e solicitações de análises ao pesquisador, já que perceberam a falta de algumas informações.

Assim sendo, pode-se identificar o comportamento de *entender o tipo de prova* (EP), a *autorregulação* e a *autorreflexão*, uma vez que o grupo explicita com clareza as provas e evidências que ainda necessitam, ou seja, o grupo reflete e tem consciência de que precisa de determinadas informações e dados para solucionar o crime (IOS). Essa reflexão também aparece quando o grupo está reunindo as informações no sentido de perceber a complexidade na união delas para que o caso pudesse ser solucionado. E por fim, quando estão pensando em como chegaram à conclusão de quem era o autor do crime, uma vez que a primeira evidência física encontrada pelo grupo, no início do momento 4, foi a ligação no celular da vítima (Robson) do Carlos (suposto assassino), mas não deram importância naquele momento para aquela informação. Cabe destacar que o comportamento da *autorreflexão* aparece com certa intensidade (6), já que no momento anterior apareceu pela primeira vez e de forma bem pontual.

Em suma, em todo esse Momento 5 foi identificada uma diversidade de comportamentos, possivelmente desencadeados pelo grupo apresentar ideias bastante distintas e algumas lacunas - perguntas sem resposta. Em outras palavras, o grupo, com *proposição de hipóteses* (PH), *procedimentos* (PPA) e *perguntas elaboradas* (PPE), *análise de dados* e *avaliações* (AH, AE), procura entrar em *consenso* (CC) na busca de tentar escrever o laudo e delimitar as *conclusões* (FC), com base nos dados que possuíam, para a resolução do caso. Assim, o grupo também *utiliza dados* (UD) para fundamentar suas *hipóteses* (PH) e as suas *conclusões* (FC). Além disso, quando o grupo *cria argumentos* também *utiliza-se de dados como prova* (UD), uma vez que os alunos estão propondo uma teoria sobre o crime, e para isso agregam várias informações. Também se podem evidenciar várias *perguntas elaboradas*

(PPE), as quais aparecem como uma tentativa de motivar a reflexão conjunta para desvendar o crime e *propor explicações* (CA) e *procedimentos* (PPA) para as lacunas existentes.

Enfim, em comparação com o momento anterior, pode-se dizer que esse último momento apresenta a mesma complexidade e riqueza de dados. No entanto, a diferença entre eles está condicionada aos comportamentos de *entender o tipo de prova* (EP), *fazer conclusões, utilizar os dados como prova* (UD) e a *autorreflexão*, uma vez que os alunos precisaram deixar de lado sua postura parcimoniosa para tentar desvendar o crime, ou seja, a atividade exigiu que o grupo explicitasse suas teorias e constatações observadas e construídas ao longo da investigação, mesmo sem ter uma certeza absoluta. E para que isso fosse possível, os alunos apresentam as suas hipóteses, ideias e constatações e explicitam com clareza as evidências e provas que faltam, ou seja, as lacunas existentes e as perguntas sem respostas.

A tabela 5 apresenta os comportamentos desencadeados pela atividade em cada um dos momentos, assim como a sua intensidade e os que se conservaram.

Tabela 5 – Síntese dos comportamentos apresentados pelo grupo

Comportamentos	Momento 2	Momento 3	Momento 4	Momento 5
Observar	6	35	104	22
Interpretar	5	12	7	1
Registrar informações	1	12	13	3
Proposição de procedimentos e análises	15	20	39	12
Investigar de forma Objetiva e sistemática	1	7	14	6
Compartilhar e comunicar informações	3	19	35	5
Explicar	1	10	3	3
Analisar os dados	1	13	34	6
Autorregulação	3	2	3	3
Proposição de hipótese	1	32	20	15
Proposição de pergunta elaborada	3	10	7	11
Organizar as informações	1	6	4	5
Planejar a investigação	1	16	4	
Coletar	2	5	17	
Proposição de pergunta simples	22	13	2	

Comportamentos	Momento 2	Momento 3	Momento 4	Momento 5
Avaliar hipóteses		8	4	7
Fazer conclusões		4	4	14
Entender o tipo de prova que poderia apoiar ou contradizer a teoria		9	7	12
Descrever o processo de raciocínio		3	4	3
Construir consenso		4	2	3
Criar argumento		1	1	2
Retroalimentação/Feedback		1	1	2
Colaborar na gestão de processos e na realização da investigação		5	9	5
Liderar		5	5	
Avaliar explicações		1		2
Utilizar os dados como prova para apoiar ou contradizer a teoria			2	8
Autorreflexão			1	6

* os números expressos na tabela representam quantas vezes determinado comportamento foi reconhecido.

** as células sombreadas representam que o comportamento não foi evidenciado naquele momento.

5. CONCLUSÕES: UM OLHAR SOBRE O PROCESSO VIVENCIADO

A presente investigação pretendeu responder o seguinte problema: *Como um Ambiente Interativo de Aprendizagem orientado pelo Modelo Didático Investigativo favorece o desenvolvimento de atitude investigativa (conjunto de comportamentos)?* Para isso, as atividades constitutivas do Ambiente Interativo de Aprendizagem (AIA) para o âmbito de Ensino Informal (Asensio, 2001) foram organizadas e estruturadas sob a forma de jogos de RPG – *Roleplaying Game*, orientadas pelo Modelo Didático Investigativo (Porlán, 1993), e tendo como tema a Ciência Forense e a Investigação Criminal.

A temática do processo educacional em ambientes de aprendizagem de âmbito informal é recente e complexa e os objetivos presentes na pesquisa que se propôs a desenvolver são apenas parte de um sistema que possui vários fatores a serem compreendidos, considerados e possíveis de serem investigados. A intencionalidade de um objetivo associado diretamente ao desenvolvimento de comportamentos investigativos em um ambiente interativo de aprendizagem, foi um dos caminhos que se encontrou para realizar um estudo que propiciasse apresentar estratégias concretas, testar hipóteses fundamentadas e tentar encontrar resultados que contribuíssem para as discussões e as reflexões sobre o processo educacional em espaços de formação e investigação. A partir dos resultados e discussões desencadeadas ao longo das análises, diversas questões sobre o ambiente de aprendizagem se afirmaram, outras surgiram e algumas, talvez, ainda tenham permanecido ocultas aos olhos do pesquisador. Dessa forma, serão feitas, a seguir, algumas considerações a respeito dos principais aspectos deste trabalho.

A elaboração, o desenvolvimento, a produção e a implementação do Ambiente Interativo de Aprendizagem (AIA), de âmbito informal e presencial, ligado ao Ensino de Ciências, proposto nessa dissertação como estratégia para a aprendizagem de comportamentos investigativos e de divulgação da Ciência e da Tecnologia, oportunizou reflexões acerca dos momentos vivenciados e das discussões realizadas com interlocutores teóricos e empíricos. Tais reflexões permitiram chegar a algumas conclusões, as quais evidenciaram que o ambiente cumpriu com seu papel, na medida em que se conseguiu colocar em prática os pressupostos teóricos norteadores dessa pesquisa e assim estimular o espírito investigativo nos estudantes.

Tais conclusões embasam-se nos seguintes aspectos do trabalho:

a) As atividades propostas estavam ancoradas no Modelo Didático Investigativo (PORLÁN, 1993) e na ludicidade buscada através da inspiração nos jogos de RPG. Dessa forma, o RPG, associado com a metodologia investigativa adotada, contribuiu para: i) a superação da passividade por parte dos estudantes, na medida em que eles tornaram-se mais ativos e responsáveis pelas atividades propostas, incentivando a criatividade e a participação. Os estudantes foram levados a se imaginar na história, assumindo nela uma identidade quase real, “entregando-se”, integrando a ação, o pensamento e a emoção de uma forma prazerosa, criando soluções diferentes e tomando decisões na busca de resolver os desafios da atividade, assumindo assim, uma postura mais autônoma; ii) um papel ativo do pesquisador como coordenador e orientador do processo de investigação desenvolvido; e iii) o favorecimento dos comportamentos investigativos apresentados pelos estudantes pela adoção desse modelo didático, uma vez que ele possibilitou o estímulo do espírito investigativo para a resolução do problema.

Além disso, essa perspectiva da ludicidade nas atividades, associada com a problemática proposta, implicou a interatividade e a colaboração dos estudantes na busca de alternativas para solucionarem o desafio proposto e acabou tornando a atividade mais socializadora e menos competitiva, uma vez que os estimulou a considerarem as interpretações e ideias dos colegas, a defenderem a sua própria opinião e a agirem responsabilmente, já que seus atos trariam consequências, pois a história poderia ser modificada de acordo com as suas ações.

b) O ambiente de aprendizagem, por meio de sua orientação de cunho investigativo, possibilitou aproximar as ciências do cotidiano dos estudantes, utilizando como tema desencadeadores a Ciência Forense e a Investigação Criminal. Assim, permitiu que os estudantes percebessem a aplicabilidade das ciências de uma forma direta e simples, além de ser uma estratégia interdisciplinar, uma vez que a história aborda temas de várias áreas de conhecimento harmonicamente.

Além disso, essa temática tornou-se significativa para os estudantes na medida em que esteve articulada a seus interesses e curiosidades. A abordagem desse tema também permitiu aos estudantes reconhecer as coerências entre fatos e evidências, no sentido de problematizar a noção de verdade e de realidade única, além de desenvolver noções epistemológicas, e relações entre elas, tais como hipóteses, fatos e teorias, contrapondo com as suas vivências no

ambiente escolar. Nesse sentido, inicialmente, o processo vivenciado por eles no ambiente foi marcado pela dificuldade na aceitação de não obterem respostas quanto ao caminho percorrido, ou seja, os estudantes estavam mais preparados e acostumados a um trabalho em sala de aula que pouco lhes exige e normalmente são induzidos a acreditar na existência de apenas uma resposta "certa" e "definitiva" para cada situação abordada. Dessa forma, quando uma proposta diferente começa a ser desenvolvida, surgem algumas resistências.

c) O contexto de aplicação do ambiente, entendido como âmbito informal, foi escolhido com o propósito de constituir-se em uma situação favorável para o aparecimento dos comportamentos investigativos associados com a problemática proposta, e que por meio dela fosse possível aplicar os objetivos propostos por Asensio (2001). Porém, supõe-se que essa mesma atividade poderia ter sido desenvolvida em espaços escolares, uma vez que o essencial não é o espaço físico em que a atividade desenvolveu-se, mas sim o papel da ação do sujeito na aprendizagem, numa lógica investigativa, ativa e problematizadora. Ou seja, que a atividade permita a liberdade, a espontaneidade, o estímulo das emoções, em particular a curiosidade, o espírito crítico e a autonomia no aprender, que são na realidade os pontos fortes dos espaços de aprendizagem informal da ciência.

d) A interatividade é outro ponto importante a ser destacado, uma vez que pode ser identificada quando os estudantes partem de um nível mais concreto de observação e manipulação para um nível mais elaborado, na medida em que vão além de observar, ouvir, tocar, ler, e experimentar, encontrando oportunidades para realizar operações mentais que resultam em conhecimento, como interpretar, problematizar, questionar, refletir, criticar e elaborar e avaliar hipóteses, ou seja, a ação de interagir se deu no questionar, no decidir, no refletir e implicou dialogar e atuar.

A interação ocorreu na relação entre os conhecimentos, nas várias possibilidades de comunicação – do ambiente com o estudante, entre pesquisador e estudantes e entre os estudantes - ou mesmo na esfera da emoção que o ambiente de aprendizagem suscitou. Isto significa dizer que a interatividade proporcionada pelo AIA ultrapassou a esfera do indivíduo, sendo também condicionada pelo contexto específico da atividade proposta. Assim, a experiência vivenciada, nesse ambiente, com a interatividade remete não apenas às interações que ocorrem entre os estudantes e os objetos, mas também às interações que ocorreram entre os estudantes, por meio da linguagem, e entre os estudantes e o contexto, mediados pelas ferramentas e materiais que o constituem contribuindo para o desenvolvimento de um espírito

de abordagem de problemas desafiadores e tomada de decisões sobre estes, e aproximando-os do fazer científico.

e) Conseguiu-se estruturar o ambiente por uma concepção didática de colaboração e investigação, proporcionando um trabalho de caráter colaborativo, interativo e investigativo, além de favorecer uma atitude cooperativa, exploratória e autônoma. O AIA estruturado na forma de RPG, com uma orientação didática investigativa, em contexto de ensino informal, e com a temática da Ciência Forense e Investigação Criminal, permitiu que os estudantes assumissem o papel de peritos a ponto de perceberem-se inseridos na história, o que favoreceu o desencadeamento da autonomia e da atitude investigativa.

Nesse sentido, pode-se perceber que o ambiente proporcionou tanto ações conjuntas de colaboração como de cooperação. A cooperação pode ser identificada na medida em que o ambiente proporciona aos estudantes que se constituam como grupo, desenvolvendo assim a capacidade de ajudarem-se na execução das atividades e a trabalharem em conjunto. E a colaboração, por sua vez, vai além de simplesmente ajudar, todos trabalham juntos e se apóiam mutuamente, visando atingir objetivos comuns negociados pelo coletivo do grupo. Assim, o colaborar envolveu um processo de tomada de decisões em conjunto, uma relação mútua e benéfica entre os estudantes, trabalhando em direção a objetivos em comum, sem que eles agissem necessariamente juntos. Sendo assim, a colaboração é uma das formas de trabalho coletivo que não acontece pelo simples fato de ter um grupo de pessoas reunidas.

E pode-se perceber que o conceito mais importante utilizado para estabelecer a colaboração em um ambiente de aprendizagem é a noção de grupo, e o principal princípio da formação de um grupo é a flexibilidade e a possibilidade que seus membros têm de interagir entre si, de modo a compartilharem conhecimentos e troca de informações, ao longo da realização das atividades.

f) Esse ambiente desafiador, que instiga a curiosidade dos estudantes, numa concepção de colaboração e investigação, favoreceu o desencadeamento da autonomia. Percebe-se que não foi apenas o ambiente, a estrutura física e uma história de crime que facilitou o processo, mas a metodologia adotada para que os estudantes realizassem todo o processo de investigação, uma vez que eles foram sendo orientados a serem autônomos. Isso pode ser percebido na medida em que os estudantes realizavam as atividades propostas, ao longo das quais foram sentindo-se mais livres no ambiente em que estavam inseridos. A liberdade assumida pelo grupo está condicionada ao fato do ambiente permitir aos estudantes a reflexão

sobre o próprio fazer e sentir e uma atuação responsável nas tarefas que realizam em seu viver como membros de uma comunidade de colaboração e respeito mútuo. Nesta perspectiva, percebe-se que essa liberdade assumida pelos estudantes faz com que se tornem mais independentes do pesquisador e que as suas ações no ambiente passem a ser movidas por um conjunto de valores e normas internas estabelecidas por eles, e essas os guiam na sua tomada de decisões. Cabe destacar que essa identificação só aparece quando se olha de uma forma mais ampla e com o passar do tempo, ou seja, não se caracteriza como algo pontual e fácil de ser observado.

g) Por fim, pode-se verificar que a orientação didática do AIA propiciou aos estudantes o desencadeamento de um processo de aprendizagem associado ao tratamento de problemas complexos. Isso significa que os estudantes passaram por um processo em que, em um primeiro momento, estavam tratando o problema de uma forma simplista, porém ao perceber que não existia uma explicação simples para a resolução do crime, tiveram que partir para algo mais elaborado, ou seja, coletar um grupo mais amplo de informações e propor hipóteses de maneira a tentar resolver um problema complexo.

No que se refere às reflexões oportunizadas acerca dos momentos vivenciados durante a identificação e compreensão dos comportamentos investigativos assumidos pelo grupo investigado, durante sua participação no AIA, chegou-se a algumas conclusões.

a) A intensidade, a complexidade e a interligação dos comportamentos identificados, bem como a riqueza de dados que a análise proporcionou, podem ser resultados de diversos fatores, porém supõe-se que o principal deles esteja associado com a forma como o ambiente foi planejado – a aplicação das características do contexto informal (Quadros 1 e 2, e Figura 1 – capítulo 2.2) e a metodologia investigativa (capítulo 2.3).

Nesse sentido, pressupõe-se que a temática abordada e o contexto de aplicação das atividades podem ter favorecido, mas não foram os fatores responsáveis pelo desencadeamento dos comportamentos, uma vez que se poderia desenvolver um AIA com algum outro tema estruturante e contextualizado, que não fosse a Ciência Forense e a Investigação Criminal, e ainda assim desencadear os mesmos comportamentos. Sendo assim, para que seja possível criar ambientes de aprendizagem com o intuito de desenvolver esses comportamentos, a temática e a proposta devem ser estruturadas e planejadas de forma que o ponto de partida faça com que os estudantes percebam-se inseridos naquele contexto, naquela vivência, eles precisam se sentir como parte do processo. No que se refere à temática

trabalhada, como já apontado, poder-se-ia dizer que não é qualquer tema que possibilitará o desencadeamento dos comportamentos identificados, como por exemplo, o avaliar hipóteses e explicações, o colaborar e o criar argumentos, e outros ainda que poderiam aparecer de forma menos intensa, como por exemplo, a proposição de hipóteses e procedimentos, a análise de dados, uma vez que o crucial é que os alunos se vissem inseridos e engajados no tema e na problemática a ser desenvolvida, e essas (temática e proposta) devem estar associadas ou despertar seus interesses e curiosidades.

Essas mesmas constatações podem ser empregadas para o contexto de aplicação do AIA, ou seja, pode-se pensar que as atividades podem ser implementadas tanto no ensino formal, não formal ou informal, pois acredita-se que o que caracteriza o aparecimento dos comportamentos é a caracterização da proposta e do que se pretende do contexto, ou seja, as atividades propostas pelo ambiente devem seguir uma linha de problematização e investigação, valorizando o papel da ação do sujeito na aprendizagem, numa lógica investigativa, ativa e problematizadora. Assim, o primeiro ponto a ser considerado, tanto para a escolha da temática e para o contexto de aplicação, é que a atividade deve permitir o envolvimento motivacional e emocional. Posteriormente, deve-se envolver e desenvolver aprendizagens de caráter conceitual, procedimental e atitudinal, diversificar as atividades, possibilitando tanto o trabalho individual como os processos de interação.

b) Pode-se perceber que alguns comportamentos foram pouco evidenciados e outros não foram identificados (Quadro 13). Isso pode ter ocorrido devido ao nível de complexidade do caso, e sendo o tempo destinado para a realização das atividades insuficiente para desenvolver comportamentos mais elaborados. Ou, ainda, porque as atividades de alguma forma não propiciaram o desencadeamento e a intensidade de alguns comportamentos. A causa disso também pode estar associada ao fato de que esse tipo de pesquisa é algo novo, sendo assim, a maioria dos comportamentos (categorias de análises) não foram pré estabelecidos, ou seja, as atividades não foram planejadas considerando as categorias de análise e que essas foram sendo identificadas a partir da análise das ações dos estudantes no AIA.

Quadro 13 – Síntese dos comportamentos não identificados e pouco evidenciados

Comportamentos não identificados	Comportamentos pouco evidenciados
<ul style="list-style-type: none"> - Selecionar os recursos adequados para realizar a investigação (seletividade, relevância, recorrência, evidência) - Documentar e interpretar os padrões de evidências (dados numéricos ou narrativos) - Selecionar e controlar variáveis - Detectar e gerir tendências - Reconhecer e aplicar conceitos - Identificar as relações causais - Justificar a seleção de teorias rivais que explicam o mesmo fenómeno - Identificar as possíveis razões para resultados inconsistentes, tais como fontes/causas de erro ou condições não controladas 	<ul style="list-style-type: none"> - Autorreflexão - Descrever o processo de raciocínio - Construir consenso - Criar argumento - Retroalimentação - Avaliar explicação - Organizar as informações - Autorregulação

c) A intensidade de determinados comportamentos foi reconhecida pela comparação dos diferentes comportamentos entre si em um dado momento da análise, e também pela comparação daquele comportamento com ele mesmo em momentos distintos. Outro ponto a ser destacado refere-se ao fato de que alguns comportamentos apareceram mais que outros. Isso pode ter ocorrido porque alguns comportamentos foram mais fáceis de serem detectados na análise realizada e também pode ser indício de que de alguma forma são comportamentos intrínsecos do sujeito em um ambiente desses, e de natureza mais simples, ou seja, de causa e efeito. Outro indício disso é que são esses os comportamentos que são responsáveis pelo desencadeamento de outros, tanto de natureza mais simples como elaborada. Além disso, a intensidade em que os comportamentos apareceram também está associada ao tipo de atividade proposta em cada etapa e momento analisado e também pode estar associada com as características pessoais dos estudantes.

d) A análise realizada nessa dissertação permitiu perceber a existência de comportamentos de natureza distinta (Quadro 14). Observou-se que o grupo, passa por um processo de complexificação dos comportamentos, de forma recursiva e recorrente. Em um primeiro momento, o grupo apresentou comportamentos de natureza mais simples e sem relação entre si, ou seja, os comportamentos apareceram de forma isolada. Em um segundo momento, percebeu-se que os comportamentos simples começaram a relacionarem-se entre si

e aparecerem associados aos comportamentos de complexidade condicional. Ou seja, os comportamentos simples, em sua forma isolada, começam a desencadear outros comportamentos de mesma natureza e esses permitem desencadear os comportamentos condicionais. Em um terceiro momento, o grupo passa a desenvolver comportamentos mais elaborados, os quais foram desencadeados por comportamentos mais simples e pelos comportamentos condicionais. E em um último momento, os comportamentos mais elaborados são desencadeados pela união de mais comportamentos condicionais – também associados a vários comportamentos simples interligados –, e também por outros comportamentos de mesma natureza complexa. Em suma, pode-se perceber que para que um comportamento mais elaborado apareça é necessário que a atividade propicie o desencadeamento de comportamentos de natureza mais simples e intrínseca da atividade, buscando a interligação entre os comportamentos de forma recursiva e recorrente.

Quadro 14 – A natureza dos comportamentos

Comportamentos simples		Comportamentos elaborados
Propor perguntas simples (PPS)		Investigar de forma objetiva e sistemática (IOS)
Procurar informações – observar (O)		Avaliar hipóteses (AH)
Procurar informações – coletar (C)		Avaliar explicações (AE)
Procurar informações – interpretar (I)		Autorregulação (ARG)
Explicar (E)		Autorreflexão (ARF)
Registrar informações (RI)		Utilizar os dados como prova (UP)
Propor procedimentos e análises (PPA)		Construir consenso (CC)
Compartilhar e comunicar informações (CCI)		Criar argumentos (CA)
Propor hipóteses (PH)		Retroalimentação (R)
Comportamentos de complexidade condicional		
	Organizar as informações (OI) Planejar a investigação (PI) Analisar os dados (AD) Fazer conclusões (FC) Entender o tipo de prova que poderia apoiar ou contradizer a teoria (EP) Descrever o processo de raciocínio (DPR) Colaborar na gestão de processos e na realização da investigação (CPRI) Liderar (L) Propor perguntas elaboradas (PPE)	

e) O ambiente permite identificar de forma mais abrangente e não pontual que a postura do grupo vai modificando-se com a realização das atividades propostas. Dessa forma, poder-se-ia dizer que os comportamentos evidenciados pelo grupo estariam associados a uma postura de objetividade, de entusiasmo, de ceticismo e de parcimônia.

Nesse sentido, percebe-se que os comportamentos assumidos pelo grupo ao longo das atividades estariam associados a/foram desencadeados por algo maior – as emoções, ou seja, os comportamentos referem-se a ações mais pontuais, e a atitude investigativa como algo mais amplo que envolve um conjunto de comportamentos desencadeados por determinadas emoções. Dessa forma, a atitude investigativa é o entrelaçamento da emoção (o que me move) com o comportamento (ação em si), já a emoção é identificada no entrelaçamento de um comportamento com um sentimento (estrutura interna do organismo). Assim, no Quadro 15, procura-se apresentar uma possível relação entre os comportamentos identificados, associados com as emoções – que são resultados do referencial teórico assumido nessa dissertação e da postura do grupo –, o que pode dar indícios mais específicos sobre a atitude investigativa proporcionada pelo AIA:

Quadro 15 – Atitude investigativa evidenciada

Atitude Investigativa	
Emoções	Comportamentos
Entusiasmo para investigação (curiosidade)	Propor perguntas simples (PPS)
	Procurar informações – observar (O)
	Procurar informações – coletar (C)
	Procurar informações – interpretar (I)
	Explicar (E)
	Registrar informações (RI)
Objetividade/Subjetividade	Propor procedimentos e análises (PPA)
	Compartilhar e comunicar informações (CCI)
	Organizar as informações (OI)
	Planejar a investigação (PI)
	Investigar de forma objetiva e sistemática (IOS)
Parcimônia (moderação)	Avaliar hipóteses (AH)
	Avaliar explicações (AE)

Atitude Investigativa	
Emoções	Comportamentos
	Autorregulação (ARG)
	Autorreflexão (ARF)
Ceticismo	Analisar os dados (AD)
	Fazer conclusões (FC)
	Entender o tipo de prova que poderia apoiar ou contradizer a teoria (EP)
Persuasão	Descrever o processo de raciocínio (DPR)
	Utilizar os dados como prova (UP)
Colaboração	Colaborar na gestão de processos e na realização da investigação (CPRI)
	Construir consenso (CC)
	Liderar (L)
Criatividade	Propor perguntas elaboradas (PPE)
	Propor hipóteses (PH)
	Criar argumentos (CA)
	Retroalimentação (R)
Tolerância à incerteza	
Persistência	
Perseverança	

Além disso, os dados empíricos sugerem que algumas emoções só aparecem com o passar do tempo, por exemplo, a persistência, perseverança e a tolerância a incerteza. Comportamentos expostos pelo grupo podem ser associados à tolerância a incerteza, uma vez que na maioria do tempo não emite nenhum parecer definitivo deixando para o laudo do caso. Contudo, em alguns momentos durante a vivência ao confrontarem-se com dados anômalos os estudantes adotam uma postura de renúncia ou repúdio a esses, uma vez que estes colocariam em dúvida a "certeza" que eles estavam tendo naquele momento.

Já com relação à persistência e à perseverança, pode-se identificar uma série de indícios no grupo, como por exemplo: possuir objetivos definidos, apoiados no desejo de encontrar outro resultado, estratégia baseada em conhecimentos sólidos adquiridos na experiência ou na observação e a cooperação dos demais colegas na busca do objetivo e da estratégia, pois os comportamentos que distinguem um sujeito persistente e perseverante

seriam: seguir uma linha de raciocínio e procurar e utilizar dados como prova para apoiar a teoria.

As emoções de persistência e perseverança apresentam alguns pontos em comum, uma vez que tanto quem é persistente quanto quem é perseverante visa um objetivo e o foco encontra-se associado a atingir esse resultado. No entanto, um sujeito persistente busca atingir esse objetivo mantendo a mesma estratégia, ou seja, repetindo os mesmos passos. E um sujeito perseverante pressupõe criatividade, flexibilidade e visão: criatividade para encontrar diferentes estratégias, flexibilidade para adotá-las e visão para antecipar possíveis riscos, assim como pontos positivos ou negativos das estratégias. Assim, a perseverança pode ser identificada na ação de criar diferentes soluções para resolver um problema ou ainda buscar diversas alternativas para se alcançar um objetivo. Contudo, ter-se-ia que aprofundar o estudo das emoções a fim de identificar e distinguir de forma mais precisa o que leva ao desencadeamento de determinados comportamentos e a quais emoções estão eles relacionados, assim como a caracterização de cada uma das emoções expostas no Quadro 15, uma vez que se sabe de forma intuitiva que as emoções podem estar associadas a outras emoções, como por exemplo, a tolerância a incerteza, a persistência e a perseverança.

Enfim, pode-se concluir que os objetivos, tanto geral como específicos elencados no início deste trabalho, foram completamente satisfeitos. O planejamento e a aplicação das atividades constitutivas do AIA foram implementados, oferecendo o espaço necessário para a reflexão e para a discussão da problemática do crime entre os estudantes e o pesquisador. A coleta dos dados, bem como a análise e o acompanhamento a que a pesquisa se propôs a desenvolver, foram satisfeitos, assim também como a identificação dos comportamentos investigativos do grupo e a aplicação a partir dos referenciais teóricos adotados. As considerações relatadas anteriormente permitiram avaliar as contribuições do ambiente de aprendizagem implementado para o desenvolvimento dos comportamentos nos estudantes, dando suporte para o entendimento de aspectos envolvidos na sua identificação e como esses comportamentos foram desencadeados, e quanto a definição da atitude investigativa associada às emoções e aos comportamentos evidenciados, além de delinear novas hipóteses de estudo.

As discussões desencadeadas pela presente pesquisa tiveram a pretensão de contribuir para as reflexões relacionadas com o processo educacional em espaços de formação e investigação, sobre a formação de ambientes interativos de aprendizagem de âmbito informal ligados ao ensino de ciências e sobre os processos que potencializem o desenvolvimento da

atitude investigativa. Logo, os resultados obtidos poderão servir de referência para a definição e implementação de estratégias para o ensino na área de Ciências, bem como de outras áreas da Educação Básica, na medida em que estes estudos propiciem um melhor conhecimento sobre o processo educacional em espaços de formação e investigação.

REFERÊNCIAS

- ACEVEDO, J. A. D. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias educación científica para la ciudadanía. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 1, n. 1, p. 3-16, 2004. Disponível em: <http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen1/Numero_1_1/Vol_1_Num_1.htm>. Acesso em: 10 mai. 2011.
- ALONZO, A. C.; ASCHBACHER, P. R. **Value-Added? Long assessment of students' scientific inquiry skills**. Presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association. **Anais...** San Diego, CA, 15 abr. 2004, p. 1-17, 2004. Disponível em: <<http://www.capsi.caltech.edu/research/ResearchProjects.html>>. Acesso em: 15 jun. 2011.
- ALVES, L. R. G. Nativos digitais: games, comunidades e aprendizagens. In: MORAES, U. C. de (Org.). **Tecnologia Educacional e Aprendizagem: o uso dos recursos digitais**. Livro Pronto: São Paulo, p. 233-251, 2007.
- ALVES, R. **A Alegria de ensinar**. 9 ed. Campinas, São Paulo: Papirus, 2000. 92 p.
- ANGOTTI, J. A. P. **Fragmentos e totalidades no conhecimento científico e no ensino de ciências**. 1991. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.
- ASENSIO, M. Los autómatas de Hefesto o el procedimiento para crear seres procedimentales. **IBER Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia**, n. 2, p. 79-98, 1994.
- ASENSIO, M. El marco teórico del aprendizaje informal. **IBER Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia**, n. 27, p. 17- 40, 2001.
- ASENSIO, M.; POL, E. Nuevos escenarios para la interpretación del patrimonio: el desarrollo de programas públicos. In: DOMÍNGUEZ, C.; ESTEPA, J.; CUENCA, J. M. **El Museo: un espacio para el aprendizaje**. Huelva: Universidad de Huelva, 1999. p. 47-77.
- ASENSIO, M.; POL, E. **Nuevos escenarios en educación: aprendizaje informal sobre el patrimonio, los museos y la ciudad**. Buenos Aires: Aique, 2002. 256 p.
- BACH, R. **Fernão Capelo Gaivota**. 1 ed. Rio de Janeiro: Record, 2006, 88 p.
- BARZANO, M. A. L. Educação não-formal nas aulas de didática: uma experiência com a Licenciatura em Ciências Biológicas. In: ESCOLA DE VERÃO PARA PROFESSORES DE PRÁTICA DE ENSINO DE BIOLOGIA, FÍSICA, QUÍMICA E ÁREAS AFINS, 6, 2003. **Anais...** Niterói, 2003. p. 1- 9.
- BASTOS, H. F. B. N; ALMEIDA, M. A. V. de; ALBUQUERQUE, E. S. C. de; MAYER, M.; LIMA, J. M. de F. Modelização de situações-problema como forma de exercer ações interdisciplinares em sala de aula. In: ENCONTRO DE PESQUISA EDUCACIONAL DO NORTE E NORDESTE, 16, 2003. **Anais...** Aracajú. São Cristóvão: Editora UFS, 2003. p. 256 - 257.
- BAZANI, D.; SCODELER, D.; BOLTZMAN, R.; ALMEIDA, T.; ALVES, T. **A educação não formal**. 2008. 11 f. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Física) – Instituto de Física da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

BEJARANO, N. R. R. **Tornando-se professores de física: conflitos e preocupações na formação inicial**. 2001. 300 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

BELLO, L. La enseñanza de la química general y su vínculo con la vida. **Educación Química**, v. 11, n. 1, p. 374-394, 2000.

BENZAQUEN, J. F. A socialização para cooperação: uma análise de práticas de educação não-formal. **Estudos de Sociologia**, v. 12, n. 1, p. 79-97, 2007.

BITTENCOURT, Ig I.; BEZERRA, C.; NUNES, C.; COSTA, E.; TADEU, M.; NUNES, R.; COSTA, M.; SILVA, A. Ontologia para construção de ambientes interativos de aprendizagem. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 17, 2006, Brasília. **Anais...** Brasília, 2006, p. 559-568. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/bdbcomp/servlet/Trabalho?id=8756>>. Acesso em: 21 ago. 2001.

BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil?** 2 ed. São Paulo: Ática, 2002. 144 p.

BLASCA, W. Q.; SPINARDI, A. C.; GONÇALVES, T. S.; BERRETIN-FELIX, G.; BRASOLOTTO, A. G.; CRENITTE, P. A. P. Ambiente interativo de aprendizagem: o papel fundamental da teleeducação na aprendizagem e prevenção dos distúrbios da comunicação no Brasil. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 13, 2009, Chile. **Anais...** Chile, 2009. p. 1-11.

BLATNER, A. **Role playing in education**. 2002. Disponível em: <<http://www.blatner.com/adam/pdntbk/rlplayedu.htm>>. Acesso em: 18 set. 2011.

BOEKAERTS. M.; MINNAERT, A. Self-regulation with respect to informal learning. **International Journal of Educational Research**, v. 31, n. 6, p. 533-544, 1999.

BONNET, C. The relevance of role-playing in environmental education. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM BIOED, 2000, Paris. **Anais...** Paris, 2000. Disponível em: <http://www.iubs.org/cbe/cbe_paper_index.html>. Acesso em: 18 set. 2011.

BORGES, R. M. R.; MORAES, R. **Educação em ciências nas séries iniciais**. 1ª ed. Porto Alegre: Sagra Luzzato, 1998.

BRANDÃO, H. P.; GUIMARÃES, T. A. Gestão de competências e gestão de desempenho. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 8-15, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rae/v41n1/v41n1a02.pdf>>. Acesso em: 8 jan. 2012.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio) Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: SEF/MEC, 1998.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: SEF/MEC, 2001.

CACHAPUZ, A. F. Perspectivas de ensino das ciências. In: CACHAPUZ, A. F. (Org.). **Perspectivas de ensino**. Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciência, 2000.

CACHAPUZ, A., PRAIA, J., JORGE, M. **Ciência, educação em ciência e ensino das ciências**. Lisboa: Ministério da Educação e Instituto de Inovação Educacional, 2002. 353 p.

CALAZANS, M. L. **Museu Interativo: fazendo e aprendendo ciências**. 1996. 95 f. Monografia (Especialização em Educação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1996.

CALDEIRA, M.; PINA, E.; SANTOS, M. **Luz, cor e visão: caderno do professor**. Coimbra: Exploratório – Centro de Ciência Viva, 2003. 63 p.

CALVO, C. V.; STENGLER E. Los Museos interactivos como recurso didáctico: el museo de las ciencias y el cosmos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 3, n. 1, p. 1-18, 2004.

CAMARGO, S.; NARDI, R. Formação inicial de professores de física: marcas de referenciais teóricos no discurso de licenciandos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9, 2004, Jaboticatubas. **Anais...** Jaboticatubas: SBF, 2004. p. 1-14. Disponível em: <www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/ix/atas/comunicacoes/co22-3.pdf>. Acesso em: 05 maio 2011.

CAÑAL, P. Investigación escolar y estrategias de enseñanza por investigación. **Investigación en la Escuela**, n. 38, p.15-36, 1999.

CARVALHO, M. A. **Um estudo sobre a inserção de atividades em educação não formal na disciplina Metodologia e Prática do Ensino de Física da Universidade Estadual de Londrina**. 2009. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

CARVALHO, M. A.; ARRUDA, S. M. A prática de ensino na licenciatura em Física da UEL em ambientes de educação não-formal: atividades no Museu de Ciência e Tecnologia de Londrina. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO DA PUCPR, 8, 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Editora Champagnat, 2008. p. 1-11.

CASTRO, A. D.; CARVALHO, A. M. P. **Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001. 195 p.

CAZELLI, S. Divulgação científica em espaços não-formais. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE DE ZOOLOGICOS DO BRASIL, 24, 2000, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2000. p. 1-10.

CAZELLI, S.; VERGARA, M. O passado e o presente das práticas de educação não formal na cidade do Rio de Janeiro. In: ENCONTRO DE HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1, 2007, Niterói. **Anais...** Niterói, 2007. p. 1-15.

CHAGAS, I. Aprendizagem não formal/formal das ciências. Relações entre os museus de ciência e as escolas. **Revista de Educação**, Lisboa, v. 3, n. 1, p. 51-59, 1993. Disponível em: <<http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/ichagas/index.html/artigomuseus.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2011.

CHARLOT, B. **A mistificação pedagógica: realidades sociais e processos ideológicos na teoria da educação**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986. 313p.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 1 ed., Ijuí: Ed. da Unijuí, 2000. 434 p.

CHEMELLO, E. Ciência forense: impressões digitais. *Química Virtual*, 2006. Disponível em: <http://www.quimica.net/emiliano/artigos/2006dez_forense1.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2011.

CHEMELLO, E. Ciência forense: manchas de sangue. *Química Virtual*, 2007a. Disponível em: <http://www.quimica.net/emiliano/artigos/2007jan_forense2.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2011.

CHEMELLO, E. Ciência forense: balística. *Química Virtual*, 2007b. Disponível em: <http://www.quimica.net/emiliano/artigos/2007fev_forense3.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2011.

CHEMELLO, E. Ciência forense: exame de ADN. *Química Virtual*, 2007c. Disponível em: <http://www.quimica.net/emiliano/artigos/2007mar_forense4.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2011.

CHINELLI, M. V.; AGUIAR, L. E. V. Experimentos e contextos nas exposições interativas dos centros e museus de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 14, n. 3, p. 377-392, 2009. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/ienci/?go=artigos&idEdicao=44>>. Acesso em: 02 jun. 2011.

CHINELLI, M. V.; PEREIRA, G. R.; AGUIAR, L. E. V. de. Equipamentos interativos: uma contribuição dos centros e museus de ciências contemporâneos para a educação científica formal. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 4505.1-4505.10, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v30n4/v30n4a14.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2011.

CHOW, K.; TSE, S.-K.; KUHLETHAU, C. C. Grade 4 students' development of research skills through inquiry-based learning projects. **School Libraries Worldwide**, v. 14, n. 1, p. 10-37, 2008. Disponível em: <www.iasl-online.org/files/jan08-chu.pdf>. Acesso em: 14 set. 2011.

CHROBAK, R.; BENEGAS, M. L. Mapas conceptuales y modelos didácticos de profesores de química. In: **Concept Maps: Theory, Methodology, Technology**. International Conference on Concept Mapping, 2, 2006. San José, Costa Rica. **Anais...** San José, Costa Rica, 2006, p. 1-8. Disponível em: <<http://cmc.ihmc.us/cmc2006Papers/cmc2006-p215.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2011.

CITOLLIN, S. F. A afetividade e a aquisição de uma segunda língua: a teoria de Krashen e a hipótese do filtro afetivo. **Revista de Letras 6 DACEX: CEFET-PR**, Paraná, 2003. Disponível em: <<http://www.dacex.ct.utfpr.edu.br/suma6.htm>>. Acesso em: 22 set. 2011.

COLINVAUX, D. Museus de ciências e psicologia: interatividade, experimentação e contexto. **História, Ciências, Saúde**, Manguinhos, v. 12, p. 79-91, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hcsm/v12s0/04.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2011.

COLOMBO Jr., P. D.; AROCA, S. C.; SILVA, C. C. Educação em centros de ciências: visitas escolares ao observatório astronômico do CDCC/USP. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 1, p. 25-36, 2009. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/ienci/?go=artigos&idEdicao=42>>. Acesso em: 20 abr. 2011.

CORSINI, A. M. A.; ARAÚJO, E. S. N. N. Feira de ciências como espaço não formal de ensino: um estudo com alunos e professores do ensino fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DE CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Abrapec, 2007. p. 1-10.

COSTA, E. de B. **Um modelo de ambiente interativo de aprendizagem baseado numa arquitetura multi-agentes**. 1997. 133 f. Tese (Doutorado em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1997.

COSTA, M. F. M.; DORRÍO, B. V. Actividades manipulativas como herramienta didáctica en la educación científico-tecnológica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 7, n. 2, p. 462-472, 2010. Disponível em: <<http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/view/8>>. Acesso em: 15 jul. 2011.

CRONIN-JONES, L. Science scenarios: using role-playing to make science more meaningful. **The Science Teacher**, v. 67, n. 4, p. 48-52, 2000.

CUESTA, M.; DÍAZ, M. P.; ECHEVARRÍA, I.; MORENTÍN, M.; PÉREZ, C. Utilización del museo de ciências como recurso didáctico en educación social. **Revista Psicodidáctica**, v. 15, n. 16, p. 85-94, 2003. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=17515081005>>. Acesso em: 10 maio 2011.

CUESTA, M.; DÍAZ, M. P.; ECHEVARRÍA, I.; MORENTÍN, M.; PÉREZ, C. Museos y centros de ciencia en el mundo. **Alambique**, n. 26, p. 67-71, 2000.

CUESTA, M.; DÍAZ, M. P.; ECHEVARRÍA, I.; MORENTÍN, M.; PÉREZ, C. Centros interactivos de ciência: su papel en el aprendizaje de la Física. **Aspectos Didácticos de Física y Química**. (Física). Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza, 2002. p. 81-109. Disponível em: <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=794305>>. Acesso em: 15 jul. 2011.

DELICIO, M. P.; GANDINI, A. L.; NUNES, G. A. Museu: ferramenta de ensino de ciências. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA EM ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA, 1, 2007. UNICAMP, Campinas-SP, **Anais...** Campinas-SP, 2007, p. 207-209. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/simposioensino/simposioensino2007/artigos/066.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2011.

DELORS, J. et al. Educação: um tesouro a descobrir. **Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre educação para o século XXI**. 6 ed. São Paulo: Cortez, 1998. Disponível em: <<http://ftp.infoeuropa.euroid.pt/database/000046001-000047000/000046258.pdf>>. Acesso em: 08 ago 2011.

DELVAL, J. Qué pretendemos en la educación? **Investigación en la escuela**, n. 43, p. 5-14, 2001.

DIAMOND, J. The behavior of family groups in science museums. **Curator**, v. 29, n. 2, p. 139-156, 1986. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.2151-6952.1986.tb01434.x/abstract>>. Acesso em: 08 ago 2011.

DORRÍO, B. V. Museos interactivos na escola. **Revista Galega de Educación**, n. 35, p. 20-22, 2006.

DORRÍO, B. V. Research interpretation at university. **International Journal o Hands-on Science**, v. 1, n. 1, p. 33-39, 2008.

DORRÍO, B. V.; VIEITES, A. R. Actividades manipulativas para el aprendizaje de la Física. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 42, n. 7, p. 1-15, 2007.

DUVEEN, J.; SOLOMON, J. The great evolution trial: use of role-play in the classroom. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 31, n. 5, p. 575-582, 1994.

ESTEVES, G. A. G.; OLIVEIRA, V. F. de; NAVEIRO, R. M. Ambiente de ensino-aprendizagem interativo de empreendedorismo: uma aplicação na graduação em Engenharia de Produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENESEP), 23, 2003, Ouro Preto, MG. **Anais...** Ouro Preto, 2003. p. 1-8. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENESEP2003_TR1103_1043.pdf>. Acesso em: 17 ago 2011.

FARIA, M. A Função social dos museus. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL – A CULTURA EM ACÇÃO: IMPACTOS SOCIAIS E TERRITORIAIS. Porto, 2001, **Anais...** Porto, 2001.

FAVERO, E. L.; SILVA, A. S.; BRITO, S. R.; HARB, M. P. A. A.; TAVARES, O. L.; FRANCÊS, C. R. L. AmAm: ambiente de aprendizagem multiparadigmático. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 14, 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: NCE – IM – UFRJ, 2003. p. 206-215. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/251>>. Acesso em: 17 ago 2011.

FERNANDES, R. M. Um novo ambiente interativo de aprendizagem: a criação de um simulador orçamentário. **Contabilidade Vista & Revista**, Belo Horizonte, v. 13, n. 1, p. 9-30, 2002. Disponível em: <<http://web.face.ufmg.br/face/revista/index.php/contabilidadevistaerevista/article/view/187>>. Acesso em: 17 ago 2011.

FERREIRA, A. C. **Metacognição e desenvolvimento profissional dos professores de matemática**: uma experiência de trabalho colaborativo. 2003. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

FERREIRA, H.; PINTO, M.; SALVADOR, P.; BOTELHO, A.; CHAGAS, I. Fomentar o gosto pelas ciências naturais. integração de actividades de aprendizagem formal, não formal e informal. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: EDUCAÇÃO FORMAL E NÃO FORMAL, 10, 2003, Lisboa. **Atas...** Lisboa: DEFCUL, 2003. p. 388-398. Disponível em: <<http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/ichagas/index.html/FomentaroGostopelasCiencias.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2011.

FIEDLER-FERRARA, N.; MATTOS, C. Seleção e organização de conteúdos escolares: recortes na pandisciplinaridade. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 8, 2002, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2002. p. 1-15. Disponível em: <<http://www.sbf1.if.usp.br/eventos/epf/viii>>. Acesso em: 11 dez. 2011.

FIORENTINI, D. Pesquisar práticas colaborativas ou pesquisar cooperativamente? In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (org.). **Pesquisa qualitativa em Educação Matemática**. 1 ed. São Paulo: Autêntica, 2004. p. 47-76.

FREEMAN, S. HowStuffWorks - Como funciona a análise de manchas de sangue. Publicado em 24 de abril de 2008. Disponível em: <<http://pessoas.hsw.uol.com.br/padroes-mancha-sangue.htm>>. Acesso em: 20 mar. 2011.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. 16 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983. 150 p.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 12 ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999. 92 p.

FREIRE, P. **A Sombra desta mangueira**. 5 ed. São Paulo: Olho d'Água, 2003. 120 p.

FREITAS, F.; MARTINS, I. P. Promover a aprendizagem das ciências no 1º CEB utilizando contextos de educação não formal. **Enseñanza de las Ciencias**, n. extra, p. 1-4, 2005.

FREITAS, C. S.; RIBEIRO, F. A.; JUNIOR, G. I. O.; MESSEDER, J. C. Oficinas em museus de ciências: uma abordagem não-formal no ensino de Química. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15, 2010, Brasília. **Anais...** Brasília: SBQ, 2010. p. 1-9.

FURIÓ, C.; VILCHES, A. Las actitudes del alumnado hacia las ciencias y las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad. In CAEMEN, L. del (Coord.) **La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria**. Barcelona: Horsori. 1997. p. 47-71.

FURTADO, E.; SILVA, W. B.; ALVES, F. J. A.; PEREIRA, F. T. GONZÁLES, O. S. Ampliando a noção de colaboração num ambiente de aprendizagem a distância para gestão do conhecimento. In: ENCONTRO DE PESQUISA EDUCACIONAL DO NORDESTE: EDUCAÇÃO, DESENVOLVIMENTO HUMANO E CIDADANIA, 15, 2001, São Luís. **Anais...** São Luís: ABED, 2001. p. 1-7. Disponível em: <http://www2.abed.org.br/visualizaDocumento.asp?Documento_ID=18>. Acesso em: 12 jun. 2011.

GALAGOVSKY, L. La enseñanza de la química pre-universitaria: ¿Qué enseñar, cómo cuánto, para quiénes? **Revista Química Viva**, v. 4, n. 1, p. 8-22, 2005.

GALVÃO, C. Educação em ciência: das políticas educativas à implementação do currículo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO EM CIÊNCIAS, 10, 2005, Lisboa. **Actas...** Lisboa: Centro de Investigação em Educação da FCUL, 2005. p. 519-524.

GARCÍA PÉREZ, F. F. Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. **Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales**. Universidad de Barcelona, n. 207, 2000. Disponível em: <<http://www.ub.es/geocrit/b3w-207.htm>>. Acesso em: 12 ago. 2011.

GARCÍA PÉREZ, F. F.; PORLÁN, R. El Proyecto IRES (Investigación y Renovación Escolar). **Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales**. Universidad de Barcelona, n. 205, 2000. Disponível em: <<http://www.ub.es/geocrit/b3w-205.htm>>. Acesso em: 12 ago. 2011.

GASPAR, A. O Ensino informal de ciências: de sua viabilidade e interação com o ensino formal à concepção de um Centro de Ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física. Florianópolis**, v. 9, n. 2, p. 157-163., 1992.

GASPAR, A. **Museus e Centros de Ciências** - conceituação e proposta de um referencial teórico. 1993. 118 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

GASPAR, A. A educação formal e a educação informal em ciências. **Ciência e Público**, Rio de Janeiro, n. 1, p. 171-183, 2002.

GERAQUE, E. Entrevista: Ciência que desvenda crimes. Agência FAPESP, 2006. Disponível em: <<http://agencia.fapesp.br/5588>>. Acesso em: 03 jan. 2012.

GERBER, B. L.; MAREK, E. A.; CAVALLO, A. M. L. Development of an informal learning opportunities assay. **International Journal of Science Education**, v. 23, n. 6, p. 569-583, 2001.

GIL, P. D.; CARRASCOSA, C.; MARTÍNEZ, T. J. **La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria**. Barcelona: ICE/HORSI, USAB, 1991. 232 p.

GIL, F.; LOURENÇO, M. Que ganhamos hoje em levar os nossos alunos a um museu. **Comunicar Ciência**, Lisboa, v. 1, n. 3, p. 4-5, 1999.

GOHN, M. G. Educação não formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. **Revista Ensaio**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 50, p. 27-38, 2006.

GRIFFIN, J. Learning sciences trough practical experiences, in museums. **International Journal of Science Education**, v. 20, n. 6, p. 655-663, 1998.

GRAVEMEIJER, K. Creating opportunities for students to reinvent mathematics. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON MATHEMATICAL EDUCATION - ICME, 10, 2004. Copenhagen. **Proceedings...** Copenhagen: Denmark, 2004, p. 1-17. Disponível em: <<http://www.staff.science.uu.nl/~savel101/edsci10/literature/gravemeijer1994.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2012.

GUIMARÃES, L. F.; SILVA, G. S. F.; VILLANI, A. Grupos de aprendizagem: o papel da intervenção do professor. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru. **Anais...** Bauru, 2005. p. 1-12.

GUISASOLA, J., AZCONA, R., ETXANIX, M., MUJICA, E., MORENTIN, M. Deseño de estrategias en la aprendizaje para las visitas escolares a los museos de ciencias. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 2, n. 1, p. 19-32, 2005. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=92020103>>. Acesso em: 08 abr. 2011.

HARLEN, W. Science education in the primary curriculum. A paper prepared for SCORE, 2009. p. 1-18. Disponível em: <http://old.ase.org.uk/htm/homepage/notes_news/feb2009/20081218%20primary%20thought%20piece%20-%20WH.DOC>. Acesso em: 08 abr. 2012.

HARRES, J. B.S; PIZZATO, M. C.; SEBASTIANY, A.P.; PREDEBON, F.; FONSECA, M. C.; HENZ, T. **Laboratórios de ensino: inovação curricular na formação de professores de ciências**. Santo André: ESETec Editores Associados, 2005. 99 p.

HARRIS, T. HowStuffWorks - Como funciona o luminol. Publicado em 11 de junho de 2002. Disponível em: <<http://pessoas.hsw.uol.com.br/luminol.htm>>. Acesso em: 20 mar. 2011.

HOERNING, A. M.; PEREIRA, A. B. As aulas de ciências iniciando pela prática: o que pensam os alunos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 4, n. 3, p. 19-28, 2004.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N. The Laboratory in science education: foundations for the twenty-first century. **Science Education**, v. 88, n. 1, p.28-54, 2003.

HOLANDA, R. F. de O. **Resolução de problemas distribuídos em um Ambiente Interativo de Aprendizagem**. 2008. 47 f. Trabalho de Conclusão de curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2008.

HOUCK, M. M. Reportagem: A realidade do CSI - Advogados, investigadores e educadores avaliam o impacto de séries televisivas populares sobre a ciência forense. **American Scientific American Brasil**, 2006. Disponível em: <http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/a_realidade_do_csi.html>. Acesso em: 03 set. 2012.

IMBERNON, R. A. L.; TOLEDO, M. C. M.; HONÓRIO, K. M.; TUFFAILE, A. P. B.; VARGAS, R. R. S.; CAMPANA, P. T.; FALCONI, S.; INFANTE-MALACHIAS, M. E. Experimentação e interatividade (hands-on) no ensino de ciências: a prática na praxis pedagógica. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 1, p.79-89, 2009. Disponível em: <<http://if.ufmt.br/eenci/?go=artigos&idEdicao=21>>. Acesso em: 13 jun. 2011.

IZQUIERDO, M.; ESPINET, M.; BONIL, J.; PUJOL, R. M. Ciencia escolar y complejidad. **Investigación en la Escuela**, n. 53, p. 21-29, 2004.

JACKSON, P.T.; WALTERS, J.P. Role-playing in analytical chemistry: the alumni speak. **Journal of Chemical Education**, v. 77, n. 8, p. 1019-1024, 2000.

JOHNSON, A.; MOHER, T.; CHOA, Y.-J.; EDELSON, D.; RUSSELL, E. Learning science inquiry skills in a virtual field. **Computers & Graphics**, n. 28, p. 409–416, 2004.

JONASSEN, D. O uso das novas tecnologias na educação a distância e a aprendizagem construtivista. **Em Aberto**, Brasília, ano 16, n.70, p. 70-88, abr./jun., 1996. Disponível em: <<http://www.nescon.medicina.ufmg.br/biblioteca/imagem/2504.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2011.

JORDAN, J. A. Reflexiones en torno a la consideración pedagógica de la educación 'formal', 'no formal' e 'informal'. **Teoría de la Educación**, v. 5, p. 139-148, 1993. Disponível em: <<http://es.youscribe.com/catalogue/libros/educacion/ciencias-de-la-educacion/reflexiones-en-torno-a-la-consideracion-pedagogica-de-la-educacion-1845206>>. Acesso em: 13 jun. 2011.

KLERING, L. R.; SCHRÖEDER, C. da S. Desenvolvimento de um Ambiente Virtual de Aprendizagem à luz do enfoque sistêmico. **TAC**, Curitiba, v. 1, n. 2, art. 1, p. 42-54, jul./dez, 2001. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/periodicos/arq_pdf/a_1225.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2011.

KLIMICK, C. **Revista Dragão Brasil**, Rio de Janeiro, n. 64, 1992.

KUHN, D.; PEASE, M. What needs to develop in the development of inquiry skills? **Cognition and Instruction**, v. 26, n. 4, p. 512-559, 2008. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07370000802391745#preview>>. Acesso em: 04 nov. 2011.

KRYNSKI, E. M. **Uma abordagem metacognitiva através de múltiplas representações externas para o ensino de programação de computadores**. 2007. 108 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

LARA, J. I. M. **Ambientes Interativos e a aprendizagem do conteúdo de soluções no ensino médio**. 2008. 69 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

LAYTON, J. HowStuffWorks - Como funcionam as investigações da cena do crime. Publicado em 02 de dezembro de 2005. Disponível em: <<http://pessoas.hsw.uol.com.br/investigacoes-da-cena-do-crime1.htm>>. Acesso em: 20 mar. 2011.

LEFFA, V. J. Análise automática da resposta do aluno em ambiente virtual. **Revista Brasileira de Linguística Aplicada**, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 25-40, 2003. Disponível em: <http://www.leffa.pro.br/textos/trabalhos/analise_automatica.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2011.

LEITE, M. de A.; CASTRO FILHO, J. A. de; MACEDO, L. N. Mediação do professor e a interação entre pares em um Ambiente Interativo de Aprendizagem. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 16, 2005, Juiz de Fora. **Anais... Juiz de Fora**, 2005. p. 28-31. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/457>>. Acesso em: 12 jun. 2011.

LOZADA, C. O., ARAÚJO, M. S. T.; GUZZO, M. M. Educar pela pesquisa e os museus de ciências: um estudo de caso na nanoaventura. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 10, 2006, Londrina. **Anais... Londrina**, 2006, p. 1-12.

LUCAS, A. M. Scientific literacy and informal learning. **Studies in Science Education**, v. 10, n. 1, p. 1-36, 1983. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03057268308559903#preview>>. Acesso em: 09 out. 2011.

MAIER, H. W. Role playing: structures and educational objectives. **Journal of Child and Youth Care**, v. 6, n. 4, p. 145-150, 1991.

MARANDINO, M. Interfaces na relação museu-escola. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 18, n. 1, p. 85-100, 2001.

MARANDINO, M.; SILVEIRA, R. V. M.; CHELINI, M. J.; FERNANDES, A. B.; RACHID, V.; MARTINS, L. C.; LOURENÇO, M. F.; FERNANDES, J. A.; FLORENTINO, H. A. A Educação não formal e divulgação científica: o que pensa quem faz? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 4, 2003, Bauru. **Anais... Bauru**, 2003. p. 1-13.

MARANGONI, R.; MAIA, R. Ambiente Interativo de Aprendizagem: módulos de áudio-conferência e vídeo-aula para o Moodle. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 18, 2007, Mackenzie. **Anais...** Mackenzie, 2007. p. 227-230. Disponível em:

<<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/662>>. Acesso em: 10 maio. 2011.

MARTINS, I. **Educação e educação em ciências**. 1 ed. Universidade de Aveiro. Departamento de Didática e Tecnologia Educativa. Aveiro, 2002.

MATURANA, H. **Cognição, ciência e vida cotidiana**. 1 ed. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2001. 203 p.

MATURANA, H. **Transformación en la convivencia**. 2 ed. Santiago de Chile: Dolmen Ediciones, 2002. 283 p.

MATURANA, H.; REZEPKA, S. N. **Formação humana e capacitação**. 4 ed. Petrópolis: Vozes, 2003. 86 p.

MEIRA, K. W. A.; GERMANO, M. G. Uma experiência na Super Estação de Energia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16, 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2005. p. 1- 4.

MEURER, Z. H.; STEFFANI, M. H. Objeto Educacional Astronomia: ferramenta de ensino em espaços de aprendizagem formais e informais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, 2009. Vitória-ES. **Anais...** Vitória-ES, 2009, p. 1 -7.

MILLER, R. G. Unlocking reading comprehension with key science inquiry skills. **Science Scope**, v. 30, n. 1, p. 30-33, 2006. Disponível em:

<<http://www.ed.sc.edu/raisse/pdf/ScienceArticles/UnlockingReadingComprehensionwithKeyScienceInquirySkills.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2011.

MILLER, R. G. Thinking like a scientist: exploring transference of science inquiry skills to literacy applications with kindergarten students. **Electronic Journal of Literacy Through Science**, v. 6, n. 4, p. 41-53, 2007. Disponível em:

<<http://ejlts.ucdavis.edu/article/2007/6/4/thinking-scientist-exploring-transference-science-inquiry-skills-literacy-applicati>>. Acesso em: 12 nov. 2011.

MIURA, J. A interatividade na divulgação de ciências. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 30, 2007, Santos. **Anais...** Santos, 2007. p. 1-17. Disponível em:

<<http://www.intercom.org.br/papers/nacionais/2007/resumos/R1359-2.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2011.

MORAES, M. C. **O paradigma educacional emergente**. 9 ed. Campinas, SP: Papyrus, 2003. 288 p.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. 1 ed. Ijuí: UNIJUÍ, 2007. 223p.

MOREIRA, M. A. A teoria de aprendizagem significativa crítica de Moreira. In: MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2 ed. ampl. São Paulo: EPU, 2011. cap. 15, p. 223-242.

MORESCOA, S. F. S.; BEHAR, P. A. Blogs para a aprendizagem de Física e Química. **Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 4, n. 1, p. 1-9, jul., 2006. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/renote/article/viewFile/14121/7996>>. Acesso em: 15 ago. 2011.

MORIN, E. **Os setes saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez, 2001. 118 p.

MORIN, E.; CIURANA, E. R.; MOTTA, R. D. **Educar na era planetária**. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2003. 112p.

MULLER NETO, G. U.; PORTO NETO, E. R. S; BEZERRA, L. V.; MORAIS, M. D. P. Um Ambiente Interativo de Aprendizagem como fator para qualidade do ensino: o uso do Portal Universitário na Faculdade do Vale do Ipojuca. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO, 8, 2010, Recife. **Anais...** Recife, 2010. p. 1-5. Disponível em: <<http://www.cin.ufpe.br/~gumn/files/viii-cite-01.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2011.

NATIONAL INSTITUTE OF GENERAL MEDICAL SCIENCES. Doing science: the process of scientific inquiry. . Disponível em: <http://science.education.nih.gov/supplements/nih6/inquiry/guide/nih_doing-science.pdf>. Acesso em: 15 maio. 2012.

NATIONAL SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION. NSTA Position statement: scientific inquiry, 2004. Disponível em: <http://www.nsta.org/pdfs/PositionStatement_ScientificInquiry.pdf>. Acesso em: 15 maio. 2012.

NOVAIS, R. M.; SANTOS, V. P. A.; SILVA, K. S.; MARCONDES, M. E. R.; SANTOS, J. B. Modelos Didáticos: Um instrumento para análise e reflexão sobre a prática docente. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (Mini-curso publicado no Livro de Resumos), 14, 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba PR: UFPR, 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/mc_29.htm>. Acesso em: 22 jun. 2011.

OLIVEIRA, C. L.; MOURA, D. G. Projeto Trilhos Marinhos – uma abordagem de ambientes não-formais de aprendizagem através da Metodologia de Projetos. **Revista Educação e Tecnologia**, Belo Horizonte, v. 10, n. 2, p. 46-51, 2005.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Definition and selection of key competencies**: executive summary. Paris: France, 2005. p. 1-20. Disponível em: <<http://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf>>. Acesso em: 13 maio. 2012.

PAIXÃO, M. P.; MIOT, H. A.; OLIVEIRA FILHO, J. de; WEN, C. L. Dermatúnel: modelo de Ambiente Interativo de Aprendizagem em dermatologia. **Saúde e Sociologia**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 800-808, 2009.

PAGAMUNCI, M. E. Tecnologia, inovação e educação: uma análise reflexiva. p. 1-17, 2007. Disponível em: <http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_mirian_educarda_pagamunci.pdf>. Acesso em: 20 out. 2011.

PAPANASTASIOU, E. C.; ZEMBYLAS, M. Differential effects of science attitudes and science achievement in Australia, Cyprus, and the USA. **International Journal Science Education**, v. 26, n. 3, p. 259–280, 2004.

PAULA, J. Refletindo sobre o jogo. **Motriz**, v. 2, n. 2, p. 86-96, 1996. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/ib/efisica/motriz/2n2.htm>>. Acesso em: 17 ago. 2011.

PEÑA, M. D. Interdisciplinaridade: questão de atitude. In: FAZENDA, I. C. A. (org) **Práticas interdisciplinares na escola**. 8 ed. Ed. Cortez, São Paulo, SP, 2001. 158p.

PEREIRA, G. R.; CHINELLI, M. V.; SILVA, R. C. Inserção dos centros e museus de ciências na educação: estudo de caso do impacto de uma atividade museal itinerante. **Ciências & Cognição**, v. 13, n. 3, p. 100-119, 2008.

PEREIRA, C. A.; GALVÃO, M.; HADDAD, V.; BRITO, A. P. M.; WEN, C. L. Desenvolvimento de Ambiente Interativo de Aprendizagem (AI-A) sobre álcool, tabaco e outras drogas (ATOD). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE TELEMEDICINA E TELESSAÚDE, 6, 2009, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2009. p. 1-4. Disponível em: <<http://www.cbtms.org.br/congresso/trabalhos/006.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2011.

PÉREZ, C. A.; MOLINÍ, A. M. V. Consideraciones generales sobre la alfabetización científica en los museos de la ciencia como espacios educativos no formales. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 3, n. 3, p. 1-26, 2004. Disponível em: <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1026030>>. Acesso em: 17 ago. 2011.

PERRENOUD, P. **Construir as competências desde a escola**. Porto Alegre: Artmed, 2000a. 90 p.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**: convite à viagem. Porto Alegre: Artmed, 2000b. 1992 p.

PÍCCOLO, H. L. Tutorial ICC: um Ambiente Interativo de Aprendizagem para a disciplina Introdução à Ciência da Computação na Universidade de Brasília. In: SEMINÁRIO DE INFORMÁTICA, 7, 2009, Torres. **Anais...** Torres, 2009. p. 1-8. Disponível em: <http://www.seminfo.com.br/anais/2009/pdfs/WEI_Tche/63339_1.pdf>. Acesso em: 02 maio. 2011.

PINTO, V. M. M. **Módulos interactivos de química em centros e museus de ciência**. 2007. 166 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) – Universidade do Porto, Portugal, 2007.

PINTO, I. I. B. S. **Plataforma para construção de Ambientes Interativos de Aprendizagem baseados em agentes**. 2006. 145 f. Dissertação (Mestrado em Modelagem Computacional de Conhecimento) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2006.

PINTO, L. C. Sobre educação não formal. **Cadernos d'inducar**, p. 1-7, 2005. Disponível em: <<http://www.inducar.pt/webpage/contents/pt/cad/sobreEducacaoNF.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2011.

PITANO, S. C.; GHIGGI, G. Autoridade e liberdade na práxis educativa Paulo Freire e o conceito de autonomia. **Saberes**, Natal - RN, v. 2, n. 3, p. 80-93, 2009. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufrn.br/index.php/saberes/article/view/578>>. Acesso em: 24 jul. 2011.

PIZZATO, M. C. **Enseñanza coinspirada**: un estudio de caso en la formación de profesores de ciencias. 2010. 712 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Universidad de Burgos, Burgos - Espanha, 2010.

PORLÁN, R. **Constructivismo y escuela**: hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación. Sevilla: Díada, 1993. 194 p.

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

POSSE, P. H.; CASTILLO, D.; SUREDA, E. P. El método como curiosidad. **Cuadernos de Pedagogía**, n. 340, p. 60-63, 2004.

POZO, J. I. **A solução de problemas**: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. **Aprender y enseñar ciencia**. Madrid: Morata, 2000. 332 p.

PREDEBON, F. **Evolução das concepções didáticas de futuros professores de química sob uma perspectiva investigativa construtivista**. 2009. 271 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2009.

PRICE, S., HEIN, G. E. More than a field trip: science programmes for elementary school groups at museums. **International Journal of Science Education**, v. 13, n. 5, p. 505-519, 1991.

QUARTO, C. C. Inferindo fatores sócio-afetivos em ambientes de ensino-aprendizagem colaborativos assistidos por computador. 2006, 154 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Eletricidade na área de Ciência da Computação) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2006.

QUEIROZ, G. R.; KRAPA, S.; VALENTE, M. E.; DAVID, E.; DAMAS, E.; FREIRE, F. Construindo saberes da mediação na educação em museus de ciências: o caso dos mediadores do Museu de Astronomia e Ciências Afins. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 77 - 88, 2002.

REATEGUI, E. B.; MORAES, M. C. Agentes pedagógicos animados. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 4, n. 2, p. 1-10, 2006. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/14129>>. Acesso em: 05 out. 2011.

RIBEIRO, M. E. C. **Os museus e centros de ciência como ambientes de aprendizagem**. 2005, 241 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Minho, Portugal, 241p.

RIBEIRO, J. P. A.; REATEGUI, E.; BOFF, E. Integrando um agente pedagógico para recomendação de tutores a um sistema de gerência de cursos. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 5, n. 1, p. 1-9, 2007. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/14237>>. Acesso em: 15 jan. 2012.

RIEBER, L. P.; MATZKO, M. J. Serious design for serious play in physics. **Educational Technology**, v. 41, n. 1, p. 14-24, 2001.

RIEBER, L. P., SMITH, L.; NOAH, D. The value of serious play. **Educational Technology**, v. 38, n. 6, p. 29-37, 1998.

RIYIS, M. T. Rede RPG – RPG & Educação: o uso dos Role-Playing Games (RPG) na educação. 2003. Disponível em: <<http://www.rederpg.com.br/wp/2003/06/o-uso-dos-role-playing-games-rpg-na-educacao/>>. Acesso em: 30 maio 2011.

ROCHA, M. **Pequenos cientistas - grandes cidadãos**: considerações sobre um programa de atendimento escolar no museu de ciências. 2007. 178 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Curitiba, 2007.

ROCHA, V.; LEMOS, E. S.; SCHALL, V. T. A contribuição do museu da vida para a educação não formal em saúde e ambiente: uma proposta de produção de indicadores para a elaboração de novas atividades educativas. In: REUNIÓN DE LA RED DE POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (RED POP - UNESCO), 10, e TALLER “CIENCIA, COMUNICACIÓN Y SOCIEDAD”, 4, San José, Costa Rica, 2007. **Actas...** San José: Costa Rica, 2007. p. 1-12. Disponível em:

<<http://www.cientec.or.cr/pop/2007/BR-VaniaRocha.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2011.

ROCHA, V.; LEMOS, E. S., SCHALL, V. Avaliação da aprendizagem sobre saúde em visita ao Museu da Vida. **História, Ciências, Saúde**, Manguinhos, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 357-378, 2010. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/hcsm/v17n2/06.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2011.

ROJAS, M. F. C. Aprender en el museo: los programas educativos de los museos del Banco Central. In: CONGRESO NACIONAL DE CIENCIAS: EXPLORACIONES FUERA Y DENTRO DEL AULA, 9, 2007, Cartago, Costa Rica. **Actas...** Cartago: Costa Rica, 2007. p. 1-15. Disponível em:

<<http://www.cientec.or.cr/exploraciones/ponencias2007/FeliciaCamacho.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2011.

ROSA, C. T. W. da; HEINECK, R.; ROSA, Á. B. O despertar para a ciência na pré-escola. **Contexto Educativo: Revista Digital de Investigación y Nuevas Tecnologías**, n. 33, 2004. Disponível em:

<http://www.researchgate.net/publication/28074538_O_despertar_para_a_cincia_na_pr-escola>. Acesso em: 16 maio. 2011.

ROSALEM, K. C.; SILVA, M. R. D.; PEÑA, A. F. V. Museu vivo: a ciência itinerante na região de Presidente Prudente. In: ENCONTRO DO NÚCLEO DE ENSINO DE PRESIDENTE PRUDENTE – ENNEP, 2, 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Prograd UNESP, 2008. p. 1-8.

SACRISTÁN, J. G. **O currículo - uma reflexão sobre a prática**. Porto Alegre: Artmed, 1998. 352 p.

SACRISTÁN, G. J; PÉREZ GÓMEZ, A. I. **Comprender e transformar o ensino**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2000. 400 p.

SANTOMÉ, J. T. **Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado**. Porto Alegre: Artmed, 1998. 278 p..

SANTOS, L.; MATELA, V. Centros de ciência interactivos no ensino do 1º ciclo do ensino básico - a terra e o sistema solar. **Enseñanza de las Ciencias**, n. extra, p. 1-5, 2005.

SCARELLI, A. **Mediação do processo ensino-aprendizagem com o jogo de empresas mercado virtual**: uma pesquisa de opinião. 2009. 171 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Estadual Paulista, Bauru-SP, 2009.

SEBASTIANY, A. P.; PIZZATO, M. C.; DEL PINO, J. C.; SALGADO, T. D. M. Visitando, pesquisado, aprendendo e brincando: uma revisão de atividades para o ensino informal de ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia - RBECT**, v. 5, n. 2, p. 69-98, 2012.

SEBASTIANY, A. P.; PIZZATO, M. C.; DEL PINO, J. C.; SALGADO, T. D. M. A utilização da Ciência Forense e Investigação Criminal como estratégia didática na compreensão de conceitos científicos. **Educación Química**, v. 24, n. 1, p. 49-56, 2013.

SECCO, R. L. Um Ambiente Interativo para Aprendizagem em fração. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 20, 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2009. p. 1-10. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/1122>>. Acesso em: 16 jun. 2011.

SEMPER, R. J. Science museums as environments for learning. **Physics Today**, v. 43, n. 11, p. 50-56, 1990.

SIBALDO, M. A. A.; NEVES, A. F. R. das; MEDEIROS, F. M.; BITTENCOURT, I. I.; COSTA, E. de B. FraW- Ambiente Interativo de Aprendizagem para o domínio de fração via Web. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 19, 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2008. p. 1-4. Disponível em: <<http://www.mendeley.com/profiles/anderson-neves/>>. Acesso em: 23 out. 2011.

SILVA, L. H. de A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. de. **Ensino de ciências: fundamentos e abordagens**. Campinas: Vieira Gráfica, 2000. p. 120-153.

SILVA, M. R.; CARNEIRO, M. H. S Popularização da ciência: análise de uma situação não formal de ensino. In: REUNIÃO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO (ANPED), 16, 2003, Caxambu: Minas Gerais. **Anais...** Caxambu: Minas Gerais, 2003. p. 1-16. Disponível em: <<http://www.anped.org.br/reunioes/29ra/trabalhos/trabalho/gt16-2664--int.pdf>>. Acesso em: 03 jul. 2011.

SILVA, A. do S.; BRITO, S. R.; FAVERO, E. L.; DOMÍNGUEZ, A. H.; TAVARES, O. de L.; FRANCÊS, C. R. L. Uma arquitetura para desenvolvimento de ambientes interativos de aprendizagem baseado em agentes, componentes e framework. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 14, 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: NCE – IM – UFRJ, 2003. p. 186-195. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/249>>. Acesso em: 17 ago. 2011.

SILVA, F. M.; SANTOS, C. L. Protetores das tartarugas: um ambiente colaborativo para a educação ambiental. In: SEMINÁRIO JOGOS ELETRÔNICOS, EDUCAÇÃO E COMUNICAÇÃO, 4, 2008, Salvador. **Anais...** Salvador: UNEB, 2008. p. 1-9. Disponível em: <<http://www.comunidadesvirtuais.pro.br/seminario4/trab/fms.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2011.

SIMPSON, R. D.; OLIVER, S. A summary of major influences on attitude toward and achievement in science among adolescent students. **Science Education**, v. 74, n. 1, p. 1-18, 1990.

SIMSON, O. R.; PARK, M. B.; FERNANDES, R. S. **Educação não formal: cenários da criação**. Campinas-SP: Editora da Unicamp/Centro de Memória, 2001. 315 p.

SNYDERS, G. **A alegria na escola**. São Paulo: Manole, 1988.

SNYDERS, G. **Alunos felizes**. 3 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2001. 208 p.

SOARES, A. H. M. **A Química e a imagem da ciência e dos cientistas na banda desenhada**: uma análise de livros de B. D. e de opiniões e interpretações de investigadores, professores de C. F. Q. e alunos do 3º ciclo. 2004. 313 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) – Universidade de Minho, Portugal, 2004.

SOARES, C. T. S. **O processo de significação da experiência museal**: um estudo sobre o contexto pessoal de professores de ciências. 2010. 134 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SOBES, J.; VILCHES, A. La introducción de las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad en la enseñanza de las ciencias y su evolución. **Educación Química**, v. 11, n. 4, p. 387-394, 2000.

SOUZA, M. L. S. Ambientação dos currículos escolares: uma perspectiva interdisciplinar. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (org.) **Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2004. p. 109-134.

SOUZA, K. M. L.; SAMPAIO, L. A. C.; SILVA, L. C.; NINA, R.; LEMOS, W. S. Competência: diferentes abordagens e interpretações como estímulo à Ciência da Informação. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS, 15, 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CRUESP, 2008. p. 1-15. Disponível em: <<http://www.sbu.unicamp.br/snbu2008/anais/site/pdfs/3545.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2012.

STUCHI, A. M.; BEJARANO, N. R. R Alguns aspectos da interatividade possível em situações informais de ensino de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 4, 2003, Bauru: SP. **Anais...** Bauru: ABRAPEC, 2003. p. 1-12.

STUCHI, A. M.; FERREIRA, N. C. Análise de uma exposição científica e proposta de intervenção. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 207-217, 2003.

TEIXEIRA, M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de ciências. **Ciência e educação**, v. 2, n. 2, p. 177-190, 2003.

TELLEZ, G. La investigación científica y el Festival de la Ciencia. **Enseñanza de las Ciencias**, n. extra, p. 109-110, 1997.

TEO, G.; CHAN, K.; SEAH, C.; SIM, J.; NAI, K. Promoting science process skills and the relevance of science through Science ALIVE! Programme. **Redesigning Pedagogy: Culture, Knowledge and Understanding Conference. Proceedings...** Singapore: National Institute of Education, , 2007. p. 1-21. Disponível em: <<http://conference.nie.edu.sg/2007/paper/papers/SCI432.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2012.

TOMCHO, T. J.; FOELS, R.; RICE, D.; JOHNSON, J.; MOSES, T. P.; WARNER, D. J.; WETHERBEE, R. A.; AMALFI, T. Review of top teaching strategies: links to students' scientific inquiry skills development. **Teaching of Psychology**, v. 35, n. 3, p. 147-159, 2008.

TONGU, E. D. Atividades cognitivas e aprendizagem em ambientes virtuais. **Cadernos de Pós-Graduação em Educação**, v. 1, p. 50-55, 2002.

TOURINÁN, J. M.. Análisis conceptual de los procesos educativos formales, no formales e informales. **Teoría de la Educación**, n. 8, p. 55-79, 1996.

TRILLA, J. **La educación fuera de la escuela**. Ambitos no formales y educación social. Barcelona: Ariel, 1993.

TRUMBORE, C.R. A role-playing exercise in general chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 51, n. 2, p. 117-118, 1974.

TURGUT, H. Prospective science teachers' conceptualizations about project based learning. **International Journal of Instruction**, v. 1, n. 1, p. 61-79, 2008.

VARGAS, K. S.; MARTINS, J. Ferramenta para apoio ao ensino de Introdução à Programação. In: SEMINÁRIO DE COMPUTAÇÃO, 14, 2005, Blumenau. **Anais...** Blumenau: SBC, 2005. p. 1-12. Disponível em:

<<http://www.inf.furb.br/seminco/2005/artigos/107-vf.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2011.

VIANA, E. C.; MONTEIRO, B. A. P.; MELO, J. S. A.; FRANÇA, F. M.; SILVA, J. O. Promovendo a educação e a divulgação em ciências entre os estudantes de Lavras por meio de ações no Museu de História Natural da UFLA. In: CONGRESSO DE EXTENSÃO DA UFLA - CONEX, 4, 2009, Lavras-MG. **Anais...** Lavras-MG, 2009. p. 1-6. Disponível em:

<<http://www.proec.ufla.br/conex/ivconex/arquivos/trabalhos/a88.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2011.

VIEIRA, F. Pedagogy for autonomy - exploratory answers to questions any teacher should ask. In: MÜLLER-VERWEYEN, M. (org.). **Standpunkt zur Sprach-und Kulturvermittlung 7: Neues Lernen, Selbstgesteuert, Autonom**. Munique: Goethe Institut, 1997. p. 53-72.

VIEIRA, V.; BIANCONI, M. L.; DIAS, M. Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 4, p. 21-23, 2005.

WEISSMANN, H. **Didática das ciências naturais: contribuições e reflexões**. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 1998. 248 p.

WENNING, C. J. Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy. **Journal of Physics Teacher Education Online**, v. 4, n. 2, p. 21-24, 2007. Disponível em:

<<http://www.phy.ilstu.edu/jpteo/issues/win2007.html>>. Acesso em: 08 abr. 2012.

WILLIAMS, M. J. Understanding is both possible and amusing. **Physics Education**, n. 25, p. 253-257, 1990. Disponível em: <<http://iopscience.iop.org/0031-9120/25/5/308>>. Acesso em: 08 abr. 2012.

WISSMANN, L. D. M. Autonomia em EaD – uma construção coletiva. In: POMMER, A.; SILVA, E. W. da; WIELEWICKI, H. de G.; WISSMANN, L. D. M.; VERZA, S. **Educação superior na modalidade a distância – construindo novas relações professor-aluno**. Série Textos Didáticos. Ijuí: Editora Unijuí, p. 1-10, 2006. Disponível em: <http://www.cead.ifmg.edu.br/site/downloads/autonomia_em_ead.pdf>. Acesso em: 11 set. 2011.

WHISNANT, D. M. A role-playing exercise using a computer simulation. **Journal of Chemical Education**, v. 69, n. 1, p. 42-43, 1992.

WU, H.-K.; HSIEHB, C.-E. Developing sixth graders' inquiry skills to construct explanations in inquiry-based learning environments. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 11, p. 1289-1313, 2006.

YÁÑEZ, J. L.; GARCÍA, C. M. El aprendizaje informal y su impacto sobre el desarrollo organizativo. In: GAIRÍN, J. Y ARMENGOL.; C. (Eds.) **Estrategias de formación para el cambio organizacional**. Barcelona: Praxis, 2003. p. 1-11.

Disponível em: <<http://prometeo.us.es/idea/publicaciones/julian/30.pdf>>. Acesso em: 09 maio. 2011.

YIN, R. K. Estudo de Caso - planejamento e métodos. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 202 p.

ZÜGE, M. L.; BARROS, M. A.; IRAMINA, A. S. (2006) Objetivos das atividades experimentais no Museu Dinâmico. **Arquivos da APADEC**, v. 10, n. 1, p. 274-276, 2006.

APÊNDICES**APÊNDICE 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

Eu, _____, abaixo assinado, concordo em participar da pesquisa “*Desenvolvimento da atitude investigativa em um Ambiente Interativo de Aprendizagem para o ensino informal de ciências*”, sob responsabilidade da mestrandia Ana Paula Sebastiany e orientação da Prof. Dr. Michelle Camara Pizzato e da Prof. Dr. Tânia Denise Miskinis Salgado, ambas vinculadas ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências- Química da Vida e Saúde – UFRGS.

Declaro que estou ciente de que as informações prestadas serão analisadas e utilizadas na investigação, mas será garantido o anonimato.

Porto Alegre, de de 2011.

APÊNDICE 2 – A história do crime fictício

Ciência Forense – O caso das fotografias

Robson, um estudante de jornalismo, como de costume foi no final da tarde de domingo para o parque em frente a sua casa praticar seu hobby - ele adorava fotografar pessoas caminhando, praticando esportes, pássaros, entre outros.

Na sexta feira, no seu escritório, imprimiu as fotos tiradas no parque e as colocou no seu “mural de fotos”, pois estava pensando em utilizá-las em um trabalho de faculdade. Enquanto analisava estas fotos, foi interrompido com o toque de seu telefone. Ao atender, percebeu que era Carlos, um amigo da faculdade:

(Robson) – *Alô;*

(Carlos) – *Robson, é o Carlos tudo bem!*

(Robson) – *Oi Carlos. Tudo.*

(Carlos) – *Robson. Estou precisando da sua ajuda com um trabalho da faculdade. Será que posso passar na sua casa para pedir uma explicação?*

Mesmo achando esta visita estranha – pois já era um pouco tarde da noite e, além disso, o bairro de Robson não era muito seguro para se andar à noite por estar localizado no subúrbio da cidade – permitiu a visita.

(Robson) – *Claro, sem problemas, ficarei te esperando.*

Perto das onze horas, Carlos chega na casa de Robson, este o convida para entrar. Já na sala, Robson oferece cerveja e, com o assentimento do amigo, coloca os copos – que pegou de uma pequena estante na sala – na mesa de centro e vai pegar as cervejas na geladeira que se encontra na cozinha.

Os dois, sentados no sofá e bebendo a cerveja, iniciam a conversa sobre o trabalho de Carlos. Enquanto discutiam ideias sobre o trabalho, Robson sente uma forte sonolência e adormece sentado no sofá.

Uma hora e meia depois Robson acorda (12h e 40min). Meio tonto, sem compreender porque havia pegado no sono, olha para a mesa de centro a sua frente, vê algumas fotos e um cartão de memória, que parece ser de uma câmera fotográfica digital. Ele acha isso tudo muito estranho, e ao observar as tais fotografias, identifica-as como sendo algumas daquelas tiradas

por ele no dia anterior, no parque. Escutando um barulho vindo do seu escritório, sem entender o que estava acontecendo, dirigiu-se para lá, com uma das fotos na mão. Chegando ao seu escritório vê Carlos mexendo no seu notebook. Surpreso, ainda meio tonto, sem entender o porquê de tudo aquilo, mas já desconfiado de que Carlos tinha culpa pelo seu repentino adormecimento, começa a interrogá-lo: *O que você está fazendo?! Por que aquelas fotos e um cartão de memória estão em cima da mesa?! O que significa tudo isto?!!*

Carlos, muito nervoso pela situação, pois não esperava a presença do amigo naquele momento, não sabe o que dizer. Depois de alguns segundos em silêncio, com uma voz muito rude e cínica, exige todas as fotos que Robson havia tirado no parque, no domingo. Inconformado com aquela situação, ainda sem entender nada, Robson novamente analisa a foto que carregava e percebe, no canto inferior direito desta, a presença de dois homens com uma maleta preta.

Questiona Carlos pelo interesse em tais fotos. Este, mais nervoso ainda e perdendo a paciência, diz, com a voz alterada, que não interessa o porquê, mas que lhe desse todas as fotos impressas, o cartão de memória da máquina fotográfica e que deletasse o arquivo das fotos no notebook. Percebendo o descontrole de Carlos, Robson vai até o telefone na sala com o intuito de ligar para a polícia. Carlos o segue, e diz: - *não toque no telefone, não quero machucar ninguém!*

A situação fica fora de controle para Carlos, ele já sabia que Robson não estava disposto a entregar as fotos de forma passiva. Assim, resolveu usar a sua última opção. Enquanto Robson discava os números no telefone, Carlos sacou sua arma do bolso da jaqueta – um revólver calibre 38 – e atirou. A bala entrou pela parte posterior inferior esquerda da cabeça, perfurando-a e alojando-se na parede da sala. Robson caiu de bruços sobre o tapete.

O que tinha de tão importante e comprometedor naquelas fotografias, que levasse Carlos a atirar em seu amigo?

A resposta está relacionada com os dois homens que aparecem com a maleta em uma das fotografias, cena que Robson apenas percebeu momentos antes de ser assassinado. Ele havia fotografado um venda de drogas no parque, enquanto inocentemente praticava seu hobby. Um daqueles homens era o próprio Carlos, que havia visto Robson tirando fotos no parque próximo ao local onde estavam. Receando haver aparecido em uma das fotos, resolveu conferir indo até a casa de Robson. Ele colocou um sonífero no copo de Robson, enquanto

este buscava a cerveja, imaginando que ele dormiria até ter conseguido coletar e eliminar todas as provas que supostamente poderiam levar a incriminá-lo.

Depois de atirar em Robson, Carlos voltou para o notebook para verificar se existiam arquivos de fotos. Deletou a pasta, com as fotografias que encontrou, pegou o cartão de memória da máquina e as fotos impressas que se encontravam sobre a mesa de centro da sala. Quando se preparava para sair, levou um tremendo susto: escutou tiros e o vidro de uma das janelas estilhaçou-se. Imediatamente se jogou no chão e ali ficou alguns segundos, escutando mais dois tiros que, diferentemente do outro, não pareciam vir na mesma direção.

Primeiramente não entendeu o que estava acontecendo. Quanto os tiros cessaram olhou pela janela e viu pessoas desesperadas correndo pela rua, dando-se conta de que se tratava de um tiroteio, já que era um bairro bastante perigoso. Não escutando mais tiros, juntou as fotos e tratou de sair da casa.

No dia seguinte (sábado)...

O dia amanheceu e, como de costume, pela manhã (7 horas), a Sr^a. Amélia foi visitar seu filho. Ele tinha folga aos sábados, assim, ela aproveitava para conversar, arrumar a casa e fazer um almoço para os dois.

Ao chegar, Amélia toca a campainha, mas ninguém atende. Ela estranha, pois seu filho tem o costume de levantar cedo e já esperá-la com o café pronto. Como a porta não estava trancada, ela entra, chamando pelo filho: *“Robson cheguei! Por que você deixou a porta aberta? O que aconte...”* Neste momento ela se depara com o corpo do filho, estendido de bruços no tapete ensanguentado. Ela se ajoelha ao seu lado e tenta virá-lo, abraçando-o e em desespero, começa a gritar: *“meu filho o que fizeram com você! Por que fizeram isso?”*. Imediatamente ela pega o telefone e liga para o hospital. Neste momento, um vizinho chega para conferir o motivo dos gritos e, percebendo a gravidade da cena, liga para a polícia.

Quando os paramédicos chegam ao apartamento, encontram Amélia ainda ao lado do filho. Eles a afastam e examinam o corpo do rapaz, constatando que este já estava em óbito há aproximadamente 5 horas.

Em seguida a polícia chega à suposta cena do crime e, informados pelos paramédicos que a vítima estava morta, uma lista de procedimentos são colocados em andamento. A

primeira ação realizada foi a de isolar o local do crime²⁰ de modo que todas as evidências fossem preservadas.

Os policiais permitem apenas o acesso dos peritos ao local do crime. Os procedimentos realizados pelos peritos forenses consistem em coletar evidências para posterior análise, a fim de obter indícios de possíveis suspeitos.

Cabe ressaltar que a cena do crime é documentada de forma escrita além de ser fotografada, filmada e desenhada. Os peritos examinam primeiro as áreas onde os suspeitos poderiam ter tido algum contato físico (portas, janelas; armários, gavetas, cofres e outros lugares usados para guardar coisas, principalmente nos casos de assalto).

Independentemente das dimensões do local do crime, é importante que os peritos façam uma busca intensiva dentro da área delimitada. Deve ser feita uma análise minuciosa do local para que sejam levantadas todas as informações possíveis. O trabalho inicial é encontrar evidências físicas que sustentem as hipóteses iniciais e possibilitem a formulação das primeiras teorias dos peritos, por exemplo: marcas de ferramentas feitas por entrada forçada; pegadas deixadas por possíveis intrusos; manchas ou salpicados de sangue; impressões digitais; enfim, qualquer coisa que auxilie a reconstrução dos fatos.

²⁰ Define-se como local do crime, além do local onde ocorreu o crime, qualquer espaço que possa vir a apresentar alguma evidência ou vestígio que auxilie aos peritos no levantamento de provas.

APÊNDICE 3 – Relação das evidências e materiais na cena de crime

A sala utilizada para simular a cena de crime foi estruturada e organizada em uma casa (contendo uma sala, uma cozinha, um quarto-escritório e um banheiro) e um pátio. A seguir apresenta-se uma lista dos móveis, objetos e evidências implantadas da suposta cena de crime.

- sofá
- mesa de jantar e cadeiras
- televisão e aparelho de som
- geladeira
- uma mesinha de centro na sala, contendo: cerveja, dois copos e o celular da vítima
- celular da vítima com mensagens e ligações
- pequena estante na sala
- telefone na sala
- cartão de memória da máquina fotográfica da vítima
- um computador
- o corpo da vítima (um manequim) estendido de braços no chão da sala
- campainha na porta de entrada
- uma cômoda
- um mural de fotos no escritório (tiradas pela vítima no parque em frente a sua casa - no entanto estarão faltando algumas fotos).
- no computador da vítima foi criada uma pasta de arquivos, na qual estavam contidas todas as fotos que foram tiradas no parque
- a cena de crime estava isolada com uma fita amarela.
- a porta de entrada da casa não estava trancada.
- as impressões digitais foram implantadas em diversos objetos e materiais, tais como: nos dois copos, na garrafa de cerveja, na mesinha de centro, na máquina fotográfica, no cartão de memória, no telefone, no celular, na maçaneta da porta, em algumas das fotos contidas no mural, no computador.

- em um dos copos com cerveja foi colocado um pouco de barbitúrico (um tipo de sonífero), o qual poderia ser identificado por meio de análises pelos estudantes.

- entre a porta e sofá foi colocada uma trouxinha de papel que continha um pó branco, o qual poderia indicar em um primeiro momento que a vítima teria se drogado antes de sua morte. No entanto, as análises realizadas pelos estudantes vão comprovar que esse pó branco refere-se ao suposto sonífero encontrado no copo da vítima.

- foram colocadas pegadas com sangue na cena de crime que demarcam que o suposto assassino teria pisado no sangue da vítima após a realização do disparo com a arma de fogo e em seguida teria ido embora.

- na cena haviam manchas de sangue, perto do corpo da vítima, na forma de respingos no local, e também na parede, e no telefone.

- dois projéteis: um deles atingiu a vítima, com uma perfuração na parte posterior inferior esquerda da cabeça, e alojou-se na parede atrás e acima do televisor, de forma a simular que este disparo teria sido efetuado no interior da cena de crime; e o outro projétil encontrava-se alojado na parede oposta, atrás da mesa de jantar, o qual simula que o disparo teria se originado da parte externa da cena de crime, ou seja, ele passa e estilhaça a janela de vidro e aloja-se nessa parede. Sendo que, para que os estudantes conseguissem perceber essas informações, tomou-se o cuidado de colocar dois projéteis de calibres distintos e em posições e ângulos de forma a auxiliá-los na resolução do crime em relação à posição e ao local do corpo da vítima, bem como do suposto assassino.

APÊNDICE 4 – Banco de Dados dos Módulos Didáticos

Módulo Didático 1: Como investigar – O caso das Impressões Digitais na cena do Crime



Uma das tarefas mais comuns de um investigador forense é a coleta e o processamento de impressões digitais. Quem não se lembra de ver, por exemplo, no CSI (*Crime Science Investigation* ou em Português Crime Sob Investigação), uma das séries com maior sucesso em todo o mundo, Grissom ou outros integrantes de sua equipe, meticulosamente recolherem as impressões digitais deixadas na cena de crime pelo suspeito?

Não há duas pessoas com a mesma impressão digital: por isso, este é um método de prova tão usado. Outros aspectos que exprimem a nossa individualidade são o arranjo e forma dos dentes e orelhas e a estrutura interna dos ossos moles. O DNA pode não ser suficiente para identificar o criminoso, pois os irmãos possuem o mesmo DNA, mas impressões digitais diferentes.

Mas o que é isto de impressão digital? Se olhar bem para um dos seus dedos, vai poder observar um conjunto de “altos”, designados de nervuras, linhas ou cristas papilares, que desenham arcos, remoinhos ou outras figuras abstratas. Estas nervuras funcionam como antiderrapante: se as nossas mãos (e também os pés) fossem lisos, os objetos escorregariam com muito maior facilidade.

Quando tocamos em alguma superfície, deixamos resíduos de gordura, suor, aminoácidos e proteínas. São esses resíduos que permitem obter as impressões digitais. Também é possível obter impressões digitais se deixarmos a nossa marca num material moldável ou tivermos os dedos sujos de tinta ou sangue.

Como descobrir o criminoso?

A análise das impressões digitais é realizada por técnicos especializados que têm quase como tarefas únicas a análise de impressões digitais em laboratório, também chamada

de datiloscopia. Os profissionais em datiloscopia são chamados de papiloscopistas, os quais têm a responsabilidade de realizar os trabalhos de pesquisa nos arquivos datiloscópicos e comparar com as impressões digitais em questão. É uma tarefa que exige muita calma e paciência, experiência e, sobretudo, que o desenho da impressão digital seja o melhor possível.

Na análise das impressões digitais a comparação é efetuada a partir de 6-7 pontos-chave (intersecção, centro, bifurcação, fim de linha, ilha, delta e poro – Figura 1) escolhidos dentre os traços mais característicos. Se todos coincidirem temos a chamada: “Correspondência Positiva”. Além desses pontos chaves para analisar as impressões digitais também são consideradas as linhas que formam nossos dedos. Por exemplo, arco, presilha interna, presilha externa e verticilo (Figura 2).



Figura 1: Exemplo dos 6-7 pontos chaves

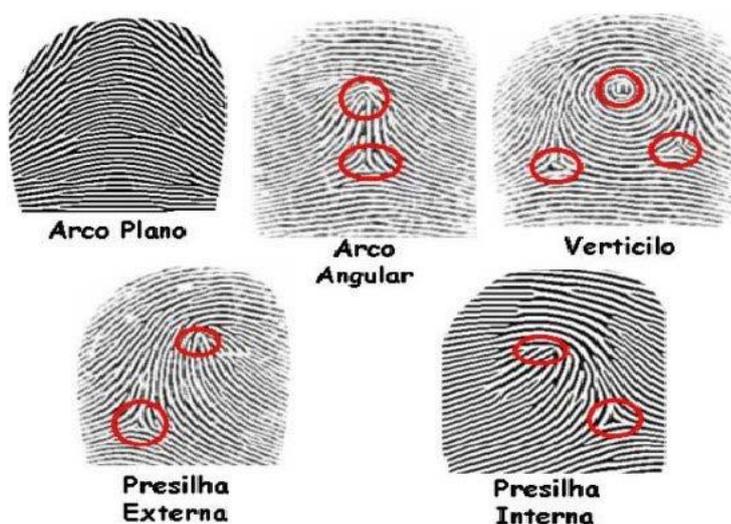


Figura 2: Exemplo das linhas que formam os dedos

Sendo assim, para que você consiga identificar a quem pertence cada uma das impressões digitais recolhidas na cena do crime, será necessário compará-las com as digitais de nossa base de dados, tentando encontrar esses traços característicos de cada uma para chegar ao possível suspeito.

Instruções para que você possa coletar as impressões digitais contidas na cena de crime

Existem diversas técnicas para coleta de fragmentos papilares no local do crime. É aí que aparece um pouco mais de química no processo.

Há basicamente dois tipos de IPL (Impressões Papilares Latentes): as visíveis e as ocultas. As visíveis podem ser observadas se a mão que as formou estava suja de tinta ou sangue. Já as ocultas são resultado dos vestígios de suor que o dedo deixou em um determinado local. Aliado ao fato de que, quando a pessoa está fazendo um ato ilícito, via de regra, a transpiração aumenta, transformar estas IPL ocultas em visíveis acaba sendo um processo de grande importância nas investigações. Antes de analisar as técnicas, é importante ter uma ideia da composição química de uma impressão. A Tabela 1 relaciona as principais substâncias presentes no suor humano e as glândulas que as excretam.

Glândulas	Compostos Inorgânicos	Compostos Orgânicos
Sudoríparas	Cloretos Íons metálicos Amônia Sulfatos Fosfatos Água	Aminoácidos Uréia Ácido láctico Açúcares Creatinina Colina Ácido úrico
Sebáceas		Ácidos graxos Glicerídeos Hidrocarbonetos Álcoois
Apócrinas	Ferro	Proteínas Carboidratos Colesterol

Tabela 1 – Relação entre as glândulas e os compostos excretados no suor humano.

Para que você possa coletar cada uma das impressões digitais contidas na cena do crime, deve saber escolher a técnica a ser utilizada, pois esta se torna importante na medida em que, se algo der errado, uma técnica pode não só ser ineficiente como também destruir uma IPL. O perito tem uma centena de técnicas possíveis, aplicáveis em situações genéricas e específicas.

Para auxiliá-lo na escolha da técnica mais apropriada para cada superfície em que quiser coletar impressões, apresentamos a seguir uma tabela que indica o tipo de superfície e os métodos que podem ser aplicados nela.

SUPERFÍCIE		MÉTODO
01	Lisa, não porosa	Pós, iodo, cianoacrilato
02	Irregular, não porosa	Cianoacrilato
03	Papel e papelão	Iodo, Ninidrina, DFO, Nitrato de Prata, pós
04	Embalagens plásticas	Iodo, cianoacrilato, pós
05	PVC, borracha e couro	Iodo, cianoacrilato, pós
06	Metais não tratados	Cianoacrilato
07	Superfícies s/ acabamento	Ninidrina, Nitrato de Prata, pós
08	Superfícies enceradas	Pós, Cianoacrilato

Descrições das superfícies citadas:

- 1) Lisa, não porosa: vidros, plásticos rígidos, superfícies envernizadas ou pintadas.
- 2) Irregular, não porosa: superfícies irregulares como moldagens de plásticos granulados.
- 3) Papel e papelão: papel, cartolina, papelão, gesso não encerados ou plastificados.
- 4) Embalagens plásticas: polietileno, acetato de celulose, papel laminado.
- 5) PVC, borracha e couro: couro sintético e películas adesivas.
- 6) Metais não tratados: superfícies metálicas brutas, não laqueadas ou pintadas.
- 7) Superfícies s/ acabamento: superfícies de madeiras sem acabamento, não pintadas ou tratadas.
- 8) Superfícies enceradas: artigos feitos de cera, papel, papelão e madeiras enceradas.

Técnica do Pó

Sendo a mais utilizada entre os peritos, a técnica do pó nasceu juntamente com a observação das impressões e sua utilização remonta ao século dezanove e continua até hoje. É usada quando as IPL localizam-se em superfícies que possibilitam o decalque da impressão, ou seja, superfícies lisas, não rugosas e não adsorventes (Figura 3). A adsorção é um fenômeno caracterizado pela fixação de moléculas de uma substância (o adsorvato) na superfície de outra substância (o adsorvente). A técnica do pó está baseada nas características físicas e químicas do pó, no tipo de instrumento aplicador e, principalmente, no cuidado e habilidade de quem executa a atividade – vale lembrar que as cerdas do pincel podem danificar a IPL. Além dos pincéis, a técnica também pode ser realizada com *spray* de aerossol ou através de um aparato eletrostático.



Figura 3: Utilização da técnica do pó na revelação de IPL.

Quando a impressão digital é recente, a água é o principal composto no qual as partículas de pó aderem. À medida que o tempo passa, os compostos oleosos, gordurosos ou sebáceos são os mais importantes. Esta interação entre os compostos da impressão e o pó é de caráter elétrico, tipicamente forças de van der Waals e ligações de hidrogênio. A Tabela 2 relaciona alguns poucos tipos de pós usados na revelação de IPL.

Pós Pretos		
Pó Óxido de Ferro	Óxido de Ferro	50 %
	Resina	25 %
	Negro-de-fumo	25 %
Pó dióxido de manganês	Dióxido de manganês	45 %
	Óxido de Ferro	25 %
	Negro-de-fumo	25 %
	Resina	5 %
Pó negro-de-fumo	Negro-de-fumo	60 %
	Resina	25 %
	Terra de Fuller	15 %
Pós Brancos		
Pó óxido de titânio	Óxido de titânio	60 %
	Talco	20 %
	Caulin	20 %
Pó carbonato de chumbo	Carbonato de chumbo	80 %
	Goma arábica	15 %
	Alumínio em pó	3 %
	Negro-de-fumo	2 %

Tabela 2 – Pós utilizados na revelação de IPL.

Coleta de impressões digitais I

Material: um pedaço de carvão, graal e pistilo, uma folha de papel e um rolo de fita adesiva transparente.

Procedimento: Pegue um pedaço de carvão e triture-o muito bem até obter um pó muito fino. Borrife o pó sobre a superfície que pode conter impressões digitais, e retire o excesso um pequeno pincel. A seguir, recolha a impressão digital com fita adesiva e cole-a em um papel branco para depois ser comparada com a impressão digital de possíveis suspeitos.

Produção de um pó orgânico

Material: 1 g de brometo de potássio, 25 mL de água destilada, 35 g de amido de milho, bastão de vidro, erlenmeyer de 100 mL, copo de Becker de 250 mL, graal e pistilo.

Procedimento: Um deles seria dissolver 1 g de brometo de potássio em 25 mL de água destilada. Em seguida, lentamente, dissolve-se 35 g de amido de milho na solução aquosa de brometo de potássio. Esta mistura é deixada secar por setes dias e após é reduzida a pó. Este, por sua vez, é conservado em um recipiente contendo sulfato de cálcio anidro como dessecante.

Técnica do nitrato de prata

O Nitrato de Prata reage com cloretos de secreções da pele, com um resultado da revelação de cor acinzentada quando exposto à luz. Após a revelação, a impressão deve ser fotografada imediatamente, pois muito frequentemente a reação acaba preenchendo a região vazia entre as cristas papilares, e assim forma-se um borrão. Indicada para superfícies porosas, plásticos e madeira não envernizada. Se utilizada com outros reagentes deve ser empregada após aplicação do iodo e da Ninidrina. Seu resultado também é inócuo em artigos que tiverem sido expostos à água.

Coleta de impressões digitais II

Material: solução de nitrato de prata 5%, borrifador, vidro de relógio.

Procedimento: borrife a solução de nitrato de prata sobre a superfície suspeita. Outra opção é colocar a superfície suspeita em uma cuba (ou vidro de relógio, ou copo de Becker de boca larga) contendo solução de AgNO_3 5% durante aproximadamente 30 segundos. A reação entre o sal do suor e o reagente químico, o nitrato de prata, formará um composto, como mostra a Figura 4, que vai ter precisamente a forma das impressões digitais.

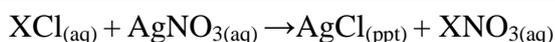


Figura 4: Reação do nitrato de prata com o sal do suor

Com exceção dos cloretos de prata, mercúrio e chumbo, todos os outros são solúveis em água. É exatamente uma destas exceções, o cloreto de prata, que permite a visualização da impressão. Na figura 4, “ $\text{XCl}_{(\text{aq})}$ ” representa qualquer sal de cloro – excetuando os já mencionados – como o cloreto de sódio dissolvido [$\text{NaCl}_{(\text{aq})}$]. Deve-se deixar a superfície contendo a impressão secar em uma câmara escura. Após isto, ela é exposta à luz solar o tempo necessário para que o íon prata seja reduzido à prata metálica, revelando a impressão sob um fundo negro. A impressão digital revelada deve ser fotografada rapidamente antes que toda a superfície escureça.

Técnica do Iodo

O iodo tem como característica a sublimação, ou seja, passagem do estado sólido diretamente para o estado vapor. Para esta mudança de estado, o iodo precisa absorver calor. Este calor pode ser, por exemplo, o do ar que expiramos ou até mesmo o calor de nossas mãos direcionado sobre os cristais. Seu vapor tem coloração acastanhada e, quando em contato com a impressão, forma um produto de coloração marrom amarelada, como mostra a Figura 5. O vapor interage com a impressão através de uma adsorção física, não havendo reação química. Uma vantagem que esta técnica tem em relação às demais, como a do pó, é que ela pode ser utilizada antes de outras sem danificar a impressão. Ao trabalhar com o iodo é necessário seguir algumas recomendações: usar luvas, roupas limpas que cubram todo o corpo e óculos de proteção como forma de proteger a sua pele e seus olhos, e tomar cuidado quanto à inalação, pois o vapor de iodo é bastante irritante.

Coleta de impressões digitais III

Material: iodo (I_2), saco plástico.

Procedimento: esta técnica é utilizada geralmente quando a impressão encontra-se em objetos pequenos. Colocando-se o material a ser examinado junto com os cristais em um saco plástico selado, após agitação é gerado calor suficiente para a sublimação dos cristais.



Figura 5: Impressão digital revelada com iodo

Técnica do Cianocrilato

Esta é uma das substâncias que compõem as super colas (super bonder, three bonder e etc). O vapor de cianoacrilato reage com água e outros possíveis componentes das impressões digitais formando um depósito duro e esbranquiçado sobre as impressões reveladas. Este depósito é rígido, e por este motivo protege as impressões reveladas.

Muito indicado para superfícies como isopor, sacolas plásticas e interior de veículos, uma forma de aplicação de cianoacrilato é através do uso de vapor de super cola aquecida. O perito despeja super cola em um prato de metal e aquece a aproximadamente 49°C. Ele então coloca o prato, a fonte de calor e o objeto contendo a impressão digital latente em um recipiente hermético. O vapor da super cola torna as impressões digitais latentes visíveis sem alterar o material sobre o qual elas estão.

No caso de revelação de impressões em veículos, o próprio veículo pode funcionar como uma câmara de vaporização, bastando apenas deixá-lo exposto sob o sol intenso com as janelas e portas fechadas. Todo o interior do veículo (ou da câmara de vaporização) receberá o depósito rígido e esbranquiçado ao fim do processo de revelação.

Técnica da ninidrina

A ninidrina reage com aminoácidos para produzir um produto de reação com coloração roxa, como mostra a Figura 6. Indicado para superfícies porosas, o tempo de revelação médio é de 10 dias, podendo ser acelerado com aplicação de calor e umidade. Se utilizada em conjunto com outras substâncias químicas, deve ser empregada depois do iodo e antes do nitrato de prata. Muito utilizada pelas polícias técnico-científicas, seu resultado é inócuo em artigos que tiverem sido expostos à água.

Preparação da solução de ninidrina

Materiais: 0,5 g de ninidrina, 30 mL de etanol anidro, erlenmeyer de 100 mL.

Procedimento: dissolva a ninidrina no etanol anidro, utilizando um erlenmeyer de 100 mL. Esta mistura pode ser armazenada em um borrifador. O líquido deve ser borrifado a cerca de 15 cm da superfície. Espera-se alguns instantes até a evaporação do solvente, repetindo a operação quantas vezes forem necessárias.



Figura 6: Impressão digital revelada com ninidrina em papel

Técnica do DFO

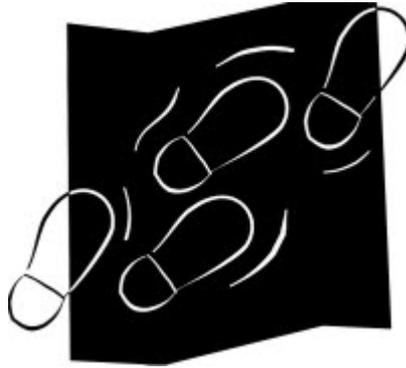
O DFO (diazaflorenona) é uma substância com alta capacidade de revelação (em torno de dez vezes comparado à ninidrina). Muito aplicada em superfícies porosas (como papel e cartolina), sua reação pode ser acelerada através de aplicação de calor (requer o emprego de câmara de vaporização). Se for empregada em processos que incluem a ninidrina, o DFO deve ser utilizado antes desta. Muito útil também para revelar manchas de sangue, sua aplicação demanda a utilização de uma fonte de luz do tipo azul forense.

Preparação do DFO

Materiais: 50 mg de DFO, 4 mL de metanol, 2 mL de ácido acético glacial, 100 mL de freon, pipetas volumétricas de 2 mL, proveta de 100 mL, erlenmeyer de 250 mL.

Procedimento: Mistura-se o DFO ao metanol e ao ácido acético. Após a dissolução do DFO, dilui-se a solução em 100 mL de freon.

Módulo Didático 2: Como investigar – As Pegadas na cena do Crime



Quando entramos em uma sala, não costumamos pensar sobre nossas pegadas. A menos que tenhamos caminhado sobre lama ou água de chuva, é quase impossível ver os traços que deixamos a cada passo. Mas várias coisas acontecem quando nossos sapatos tocam o chão. Cada movimento que fazemos - seja a pé ou em um veículo - deixa algum tipo de impressão. Por exemplo, um criminoso entrando em um prédio para roubar um banco e em seguida cantando pneus com o carro de fuga, não pode evitar andar no piso e deixar marcas de pneus. Um assassino também teria problemas ao tentar entrar e sair da casa de sua vítima sem pisar em um tapete ou tocar no solo do lado de fora.

Embora fáceis de subestimar e difíceis de localizar, as pegadas e outras provas por impressão deixadas na cena de um crime podem fornecer importantes pistas para casos misteriosos. As pegadas do calçado têm o mesmo tratamento legal que o DNA ou as impressões digitais de um criminoso.

Os especialistas utilizam luz ultravioleta para descobrir as marcas que o calçado pode ter deixado em qualquer tipo de superfície, incluindo a pele humana. Quanto mais lisas forem essas superfícies, melhor. Mas, mesmo com as últimas técnicas disponíveis, os cientistas ainda têm dificuldades para descobrir as pegadas em tapetes.



Talvez o mais surpreendente seja que mesmo sapatos limpos e secos deixam impressões em uma superfície rígida ao criar **cargas eletrostáticas**. Basta jogar pó sobre pegadas recentes, e este será atraído em direção à carga, criando uma imagem visual da impressão. Infelizmente, cargas estáticas residuais não duram muito, e podem ser facilmente desfeitas. Por isso, especialistas legais confiam mais na deformação das áreas de superfície. Impressões de sapatos sobre materiais como terra, areia ou neve podem produzir uma pegada em grande parte tridimensional. Se você já dirigiu um carro no meio da lama, deve ter visto a marca que os pneus deixam no chão. Tapete ou grama, contudo, vão se deformar e recuperar a superfície plana mais facilmente, e uma impressão nesses tipos de superfícies irá durar apenas um curto período de tempo. Ainda assim, manchas e outros resíduos deixarão marcas bidimensionais e criarão uma imagem reconhecível.

Sabemos que os criminosos deixam esses traços quando cometem crimes, mas o quão fácil é detectá-las? E como os especialistas as registram para análise posterior?

Provas por impressão - moldes de gesso

Ao abordar uma cena de crime com a intenção de registrar provas por impressão – pegadas - a primeira coisa a se fazer é entrar, procurando impressões e reconstruindo os eventos do crime com todo o seu conhecimento. Dessa forma, é possível determinar fatos importantes como a direção de viagem ou o número de suspeitos na cena.

Coleta de pegadas

Existem duas principais técnicas que os especialistas usam para colher provas por impressão:

- **impressões latentes (bidimensionais)** - a recuperação de impressões latentes é muito semelhante à coleta de impressões digitais básica. Esta técnica é usada para impressões bidimensionais difíceis de preservar em materiais como piso cerâmico, piso de madeira ou cadeiras. O pó é aplicado com uma escova para tornar a impressão mais visível, e então um registro visual da impressão é feito em fita.
- **modelagem** - para recuperar impressões maiores e tridimensionais, como marcas de pneus ou pegadas em condições enlameadas, os especialistas usam a moldagem. O processo funciona muito da mesma forma que um ortodontista faz um modelo dos dentes de um

paciente: uma substância é derramada na impressão, endurecida, e então removida, fornecendo um molde da impressão no solo. Investigadores usam uma variedade de produtos para criar moldes, mas a pedra dental é considerada o melhor material de moldagem, devido à sua resistência, precisão do molde e facilidade de uso.

As superfícies em que podem ser coletadas pegadas são lisas e duras como os chãos, madeira pintada, papel, superfície da mesa, etc.

As impressões do calçado não visíveis a olho nu podem ser detectadas recorrendo a inúmeros métodos. Técnicas especiais de iluminação podem desvendar impressões ocultas, incluindo o uso de **iluminação oblíqua**. O método mais conhecido é o recurso à lanterna ou ao projetor com a luz a um ângulo baixo. Ao focalizar uma fonte de luz diagonalmente sobre o chão, e não verticalmente, as marcas de uma impressão criam sombras que alertam os investigadores quanto a superfícies irregulares ou desiguais. Fotografias de impressões descobertas também são tiradas para documentação visual.

Uma impressão digital latente é um exemplo de marca bidimensional. A marca de uma pegada na lama ou a marca de uma ferramenta no esquadro da janela é um exemplo de marca tridimensional. Se não for possível levar o objeto inteiro contendo a marca ao laboratório, o perito faz um molde no local.

Se o perito encontrar uma marca de pegada na lama, ele irá fotografá-la e então fará um molde. Para preparar o molde, ele mistura o material com água em um saco do tipo ziploc e mexe por dois minutos até que se atinja a consistência de massa de panqueca. Ele então despeja a mistura na borda da pegada para que escorra a fim de evitar as bolhas de ar. Uma vez que o material cobriu a pegada, ele deixa repousar por 30 minutos no mínimo e em seguida retira cuidadosamente o molde da lama. Então, ele coloca o molde dentro de uma caixa de papelão ou saco de papel para transportá-lo ao laboratório.

TIPO DE PISADA

O que diferencia uma pisada de outra é a maneira como o pé toca o calcanhar e "rola" pelo chão até impulsionar o corpo com a ponta dos pés.

a) PISADA NEUTRA: onde se inicia o contato com o solo do lado externo do calcanhar e então ocorre uma rotação moderada para dentro de modo uniforme, terminando a passada no centro da planta do pé (o impulso é dado pelo apoio dos três primeiros dedos).

b) PISADA PRONADORA: onde a pisada também se inicia do lado externo do calcanhar, ou algumas vezes um pouco mais para a parte interna, para então ocorrer uma rotação acentuada do pé para dentro, terminando a passada perto do dedão.

c) PISADA SUPINADORA: onde a pisada inicia no calcanhar do lado externo e se mantém o contato do pé com o solo do lado externo, terminando a pisada na base do dedinho (o impulso é concentrado nos últimos dedos).

Instruções para que você possa coletar as pegadas contidas na cena de crime ...

No caso de você encontrar pegadas não identificadas, deve fotografá-las e/ou filmá-las, medi-las e imediatamente fazer moldes em gesso.

Uma forma de identificar pegadas é fazer moldes em gesso e depois compará-los.

Procedimento:

1) Descubra e escolha uma pegada nítida e coloque/prenda uma tira de cartolina à sua volta, de modo a formar um círculo que contorne a pegada e enterre-o no terreno. Prenda-a com um clipe ou grampeador.

2) Prepare o gesso. Ponha 500 mL de água num balde, adicione 500 g de pó de gesso e mexa bem. Em seguida despeje o gesso na marca da pegada e deixe secar durante 15 minutos.

3) Desenterre o molde de gesso e a terra à sua volta. Envolve o molde em papel de jornal. E deixe-o durante um dia para solidificar.

4) Quando o gesso estiver duro, desprenda a cartolina e lave o molde debaixo de água corrente, utilizando uma escova de dentes velha. O molde final será uma cópia exata da pegada de uma das pessoas que esteve na cena do crime e que pode auxiliá-lo a desvendar o caso.

Outro tipo de análise que pode ser realizada é quanto ao tipo de pegada. Dessa forma, por meio de uma pegada, usando a fórmula²¹ mostrada a seguir, é possível calcular o número do calçado de uma determinada pessoa (S) com o auxílio de uma fórmula matemática. Para isso é necessário medir (em centímetros) o tamanho da pegada (p).

$$S = \frac{5p + 28}{4}$$

²¹ Fórmula retirada de <http://www.escolakids.com/a-matematica-e-o-numero-que-voce-calca.htm>

Para que seja possível identificar a quem pertencem os moldes das pegadas coletadas na cena do crime, será necessário compará-las com os “calçados” de uma base de dados, tentando encontrar traços característicos de cada uma para chegar ao possível suspeito, assim como nas impressões digitais. Além disso, por meio das pegadas encontradas em uma cena de crime também se pode realizar outros tipos de análises. Por exemplo, fazer uma reconstrução da cena, no sentido de tentar identificar o sentido/direção dessas pegadas, a fim de compreender qual foi o caminho realizado pelo possível suspeito ou pessoas envolvidas, o que pode ajudar na análise final do caso.

Módulo Didático 3: Como investigar – As Manchas de Sangue na cena do Crime



Enquanto está em casa mudando de canal é provável que já tenha visto uma cena de crime em um dos vários programas sobre ciência forense na TV , como "CSI" ou "Dexter" e tenha notado algo que parece bastante incomum. Entre os técnicos procurando por digitais e coletando fibras capilares na cena do assassinato, a câmera foca uma série de marcas vermelhas passando pelo chão, parede, mesa e sofá. Todas parecem se juntar em uma área específica.

De repente, um investigador começa a relatar os fatos sobre o crime: quando ele aconteceu, onde o ataque ocorreu dentro do cômodo, qual o tipo de arma usada e a distância entre o agressor e a vítima. Como ele pode ter conseguido essas informações através das marcas?

As marcas são uma ferramenta para ajudar os investigadores e peritos a tirarem conclusões sobre uma substância que geralmente é encontrada em cenas de crime: **o sangue**. Estamos acostumados a ouvir que as amostras sanguíneas são usadas para identificar uma

pessoa por meio do DNA. Mas o próprio sangue pode determinar vários aspectos significativos do crime, de acordo com o lugar onde ele cai, da maneira como cai, da consistência, do tamanho e do formato das gotas ou pingos de sangue.

No entanto, é claro que analisar respingos de sangue não é tão simples quanto os peritos fictícios fazem parecer. Especialistas na área costumam dizer que isso é tanto uma arte quanto uma ciência. Se existirem várias vítimas e agressores, a análise se torna ainda mais complexa. Vamos começar pelo básico sobre a análise de possíveis manchas que podem ser sangue ou outra substância. Se for sangue, podemos fazer outras análises, como por exemplo, o que os respingos desse fluido podem revelar (e o que eles não podem).

PRIMEIRO PASSO: Como fazer para identificar se a substância encontrada na cena do crime é sangue ou não?

Quando uma possível mancha de sangue é coletada, a mesma é sujeita a testes de presunção. Esses são geralmente catalíticos e envolvem o uso de agente oxidante. Um exemplo é o reagente de Kastle-Meyer, um indicador que pode mudar de cor (ou luminescente) e que sinaliza a oxidação catalisada pela hemoglobina. Se a amostra for de sangue, esta terá, necessariamente, hemoglobina, a qual possui a característica de decompor o peróxido de hidrogênio (comportamento de peroxidase) em água e oxigênio nascente. Então, este oxigênio promoverá a forma colorida (rosa) do reagente fenolftaleína, como mostra a Figura 1, evidenciando ao perito que a amostra pode conter sangue.



Figura 1: Revelação com reagente de Kastle-Meyer

A Figura 2 mostra o esquema das reações envolvidas nesse processo.

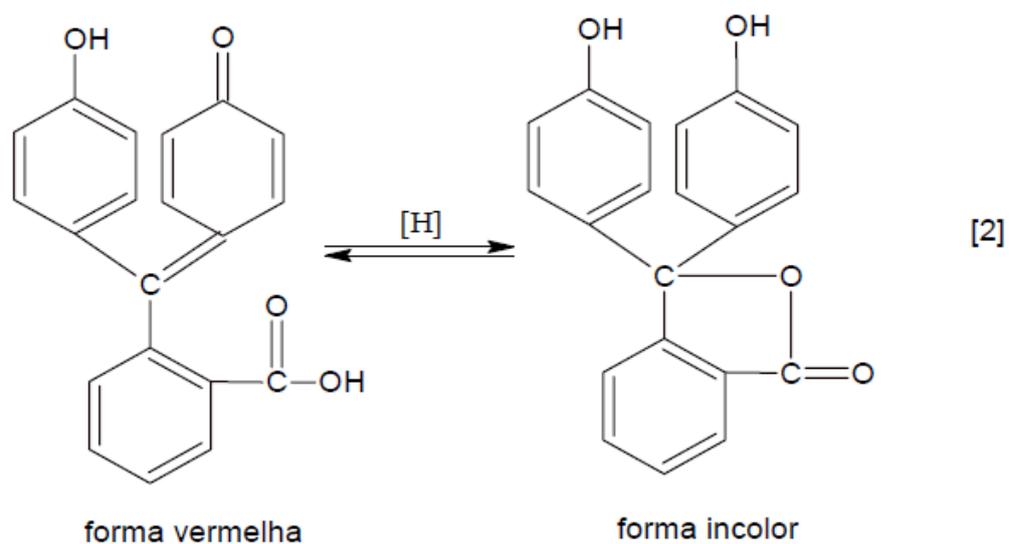
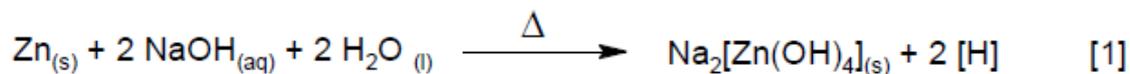


Figura 2: Reações referentes ao reagente de Kastle-Meyer.

Da mesma forma que o reagente de Kastle-Meyer, o reagente de benzidina baseia-se na catálise da decomposição do peróxido de hidrogênio em água e oxigênio pela hemoglobina presente no sangue. O oxigênio formado irá oxidar a benzidina, alterando-lhe sua estrutura, fenômeno que é perceptível, sob o ponto de vista experimental, com o aparecimento da coloração azul da solução.

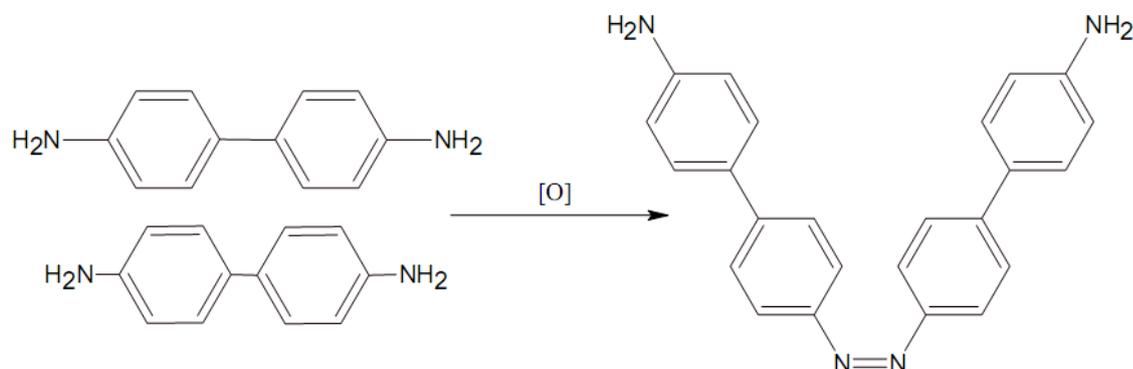


Figura 3: Reagente de benzidina e o produto de coloração azul.

Contudo, há casos em que a mancha não é explícita ou que o criminoso limpe a cena do crime a fim de encobrir o acontecido. Como detectar rastros de sangue, se estes não são visíveis a olho nu? Para estes casos, utiliza-se o **luminol**, que reage com quantidades muito diminutas de sangue. É um composto que, sob determinadas condições, pode fazer parte de uma reação quimiluminescente. Sua sensibilidade pode chegar aos impressionantes 1/1.000.000.000, mesmo em locais com azulejos, pisos cerâmicos ou de madeira, os quais tenham sido lavados. Ele é recomendado para locais onde há suspeita de homicídio e superfícies que, aparentemente, não exibem traços de sangue (veja figura 4 a seguir).

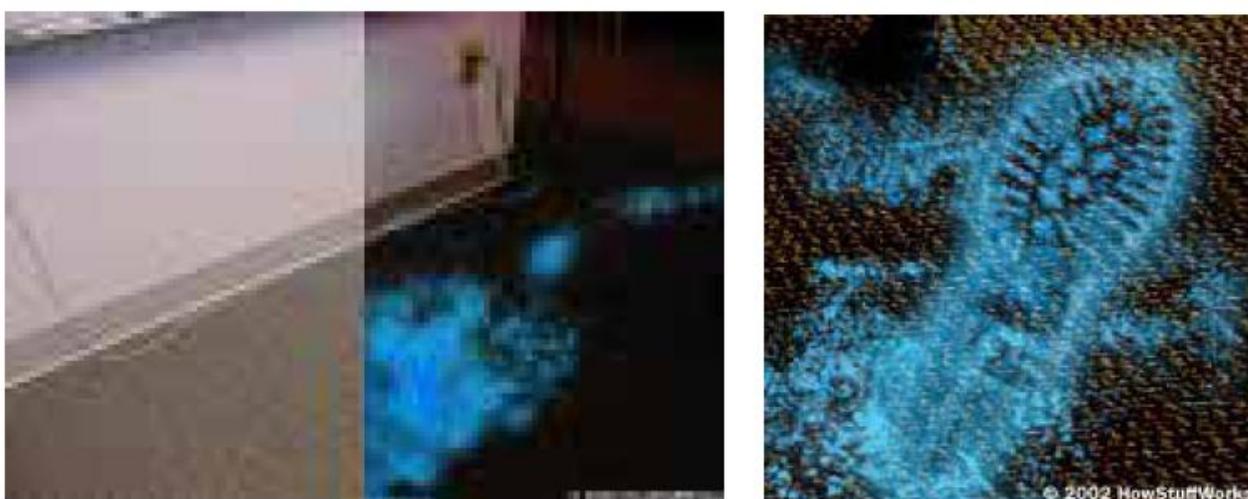


Figura 4: Exemplo de um ambiente sem e com luminol (esquerda) e as marcas de um calçado realçadas pela quimiluminescência do luminol [fonte: HowStuffWorks).

*** Prática de identificação de sangue visível - reagente de Kastle-Meyer**

Materiais:

- 3 beakers com misturas diferentes (Becker 1, Becker 2 e Becker 3);
- 6 pipetas pasteur;
- 1 grade com 3 tubos de ensaio;
- Reagente de Kastle-Meyer (composto de fenoltaleína, hidróxido de sódio e pó de zinco metálico)
- 1 frasco lavador;
- 100mL de água deionizada;
- 1 caneta atômica.

Procedimentos:

- Numere os três tubos de ensaio de 1 à 3;
- Coloque água deionizada até metade de cada tubo de ensaio;
- Colete com auxílio da pipeta pasteur o líquido do Becker 1 e pingue 15 gotas no tubo de ensaio 1.
- Faça o mesmo com os beakers 2 e 3 e tubos de ensaio 2 e 3;
- Pingue 10 gotas do reagente em cada tubo de ensaio, observando e anotando tudo que ocorre;

Lembre-se, ao final de registrar se foi encontrado algum vestígio de sangue em alguma das manchas analisadas. Se sim, identificar e registrar quais, para ajudá-los na análise do suposto crime.

*** Prática de identificação de sangue visível - reagente de benzidina**

Materiais: 2 vidros de relógio; 2 hastes flexíveis com algodão; 2 espátulas; 0,16 g de benzidina cristalizada; 4 mL de ácido acético glacial; 4 mL de peróxido de hidrogênio de 3 a 5 %; 1 frasco lavador; 50 mL de água deionizada.

Procedimentos: Coletar duas amostras usando os vidros de relógio. Molhar as amostras coletadas com água deionizada, em seguida misturar cada uma das amostras de forma a ter uma mistura homogênea e colocar um pouco de cada amostra nas hastes flexíveis. Pingar duas gotas de reagente sobre cada amostra contida nas hastes e anotar o que ocorreu. Pingar duas gotas de peróxido de hidrogênio em cada haste e anotar o que aconteceu.

*** Prática de identificação de sangue invisível - LUMINOL**

Após ter identificado se a suposta mancha encontrada na cena do crime é sangue ou não, você poderá realizar outras análises, pois essas manchas de sangue podem indicar outras informações importantes sobre o suposto crime.

PARTE B: O que o sangue encontrado na cena do crime pode te mostrar?

Por mais desagradável que seja lidar com isso, quando um crime resulta em sangue derramado, é ele que funciona como evidência para os investigadores. Um analista de manchas de sangue não consegue observar as gotas e manchas e dizer imediatamente quem foi o culpado, o que aconteceu e quando o crime ocorreu. A análise leva tempo e é apenas uma parte do quebra-cabeça quando os investigadores estão reconstruindo os elementos de um crime.



O que algumas gotas de sangue podem nos dizer sobre um crime?

No entanto, essa análise pode comprovar outras evidências e levar os especialistas a procurar por pistas adicionais. Depois de uma investigação rigorosa, as manchas de sangue podem indicar informações importantes como:

- tipo e velocidade da arma
- número de golpes
- destreza manual do agressor (os agressores tendem a atacar com a mão dominante do lado oposto do corpo da vítima)
- posição e movimentos da vítima e do agressor durante e depois do ataque
- quais ferimentos foram causados primeiro
- tipos de ferimentos
- há quanto tempo o crime foi cometido

- se a morte foi imediata ou se aconteceu depois de algum tempo

As manchas podem ajudar a recriar um crime por causa da maneira como o sangue se comporta. Ele deixa o corpo como um líquido, seguindo as leis do movimento, do atrito e da gravidade. Ao se movimentarem, as gotas assumem a forma esférica por causa da **tensão superficial**. As moléculas do sangue são muito **coesas**, ou seja, atraem umas às outras, apertando-se até ficarem de um formato com a menor área possível. Assim, por causa das leis anteriores as gotas se comportam de maneiras previsíveis quando caem sobre uma superfície ou quando uma força age sobre elas.

Lembre-se do que acontece quando você derrama gotas de água sobre o chão. O líquido cai devagar formando uma poça circular. O formato e o tamanho dependem da quantidade de água derramada, da altura em que estava o copo e se você derrubou sobre o carpete, madeira, ou alguma outra superfície. Uma grande quantidade de água forma uma poça maior. E se cair de uma longa altura terá um diâmetro menor. Em uma superfície dura irá manter uma forma circular, enquanto o carpete absorve um pouco da água e faz as margens aumentarem. O mesmo ocorre com o sangue, ou seja, a circunferência de uma mancha de sangue ela tende a aumentar conforme aumenta a altura, como mostra a Figura 5.

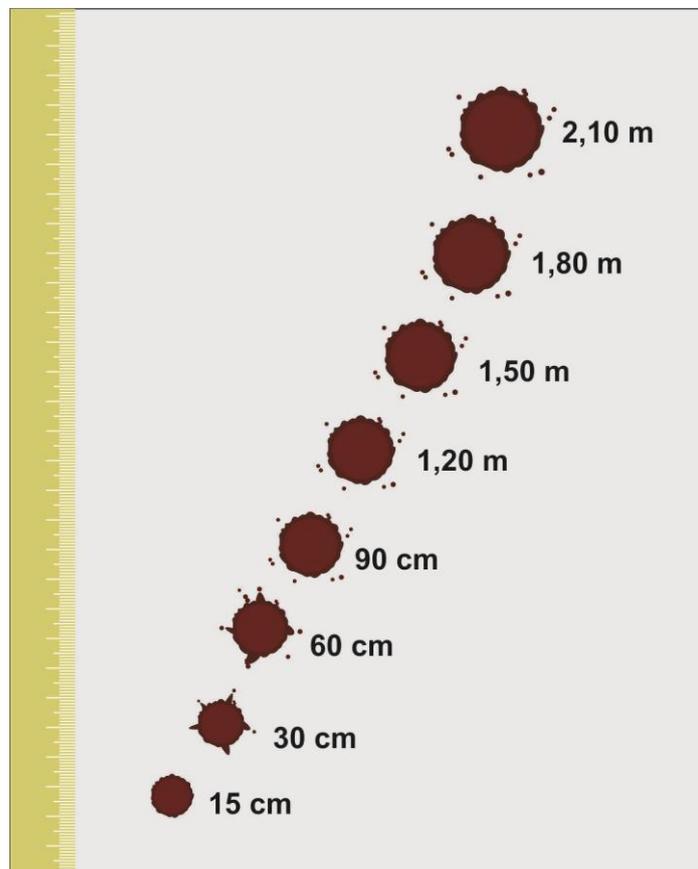


Figura 5: Análise da circunferência de uma mancha de sangue

Sendo assim, podemos determinar a que distância da evidência de sangue e onde possivelmente a pessoa se encontrava quando foi alvejada (deitada, sentada ou em pé).

PARTE C: O que os Respingos de sangue podem lhe indicar?

O sangue se comporta de maneira muito parecida com as gotas de água derramadas. Um respingo de baixa velocidade geralmente é o resultado de gotas de sangue pingando, se a vítima é esfaqueada e anda pelo local sangrando. A força do impacto é de 1,5 metros por segundo ou menos e o tamanho dos pingos fica entre 4 e 8 mm. Respingos de sangue podem identificar como a vítima estava na hora em que foi golpeada. Um respingo de média velocidade tem uma força entre 1,5 e 30,5 metros por segundo e o seu diâmetro geralmente não é maior do que 4 mm. Esse tipo de respingo pode ser causado por um objeto sem ponta, como um bastão, ou pode ocorrer quando a pessoa é espancada ou golpeada com faca. Os respingos de alta velocidade geralmente são provocados por ferimentos à bala, embora também possam ser causados por outras armas se o agressor aplicar muita força. Eles se movimentam com uma velocidade maior do que 30,5 metros por segundo e geralmente parecem com um borrifo formado por gotas pequenas, com menos de 1 mm de diâmetro.

O tamanho e a força do impacto são apenas dois aspectos usados para conseguir informações sobre os respingos de sangue. A seguir, vamos ver os formatos e como os analistas usam fios, e funções para mapear uma cena do crime.

Fios, senos e formatos dos respingos

A técnica de colocar fios sobre cada respingo é apenas uma maneira de determinar a **área de convergência** ou a fonte de sangue. Nesse método, que é usado por vários analistas, o especialista documenta a localização de cada respingo usando o sistema de coordenadas. A seguir, ele estabelece uma **base** para demonstrar para onde o pingo está voltado em relação ao chão e ao teto. Usando fios elásticos, o profissional coloca linhas a partir de cada respingo até a base. Depois, usa um transferidor na base da área onde os fios convergem para determinar o ângulo de lançamento de cada gota. Se estiverem principalmente na parede, é possível medir a distância entre a área de convergência e o objeto para descobrir onde a vítima estava.

Alguns analistas usam cálculos trigonométricos para descobrir a área de convergência. As medidas da mancha de sangue se tornam os lados de um triângulo retângulo: seu comprimento é a hipotenusa e a largura fica do lado oposto ao ângulo que o analista está

tentando descobrir, como mostra a Figura 6. Para isso, primeiramente é necessário localizar cada mancha e medir o comprimento e a largura delas usando uma régua ou compasso de calibre. Em seguida, calcular o ângulo usando essa fórmula: $\text{ângulo de impacto} = \arcsin(\text{lado oposto}/\text{hipotenusa})$. Para que a fórmula funcione é preciso medir o comprimento e a largura da mancha; dividir a largura da mancha pelo comprimento e determinar o **arco seno** desse número (usando uma calculadora).

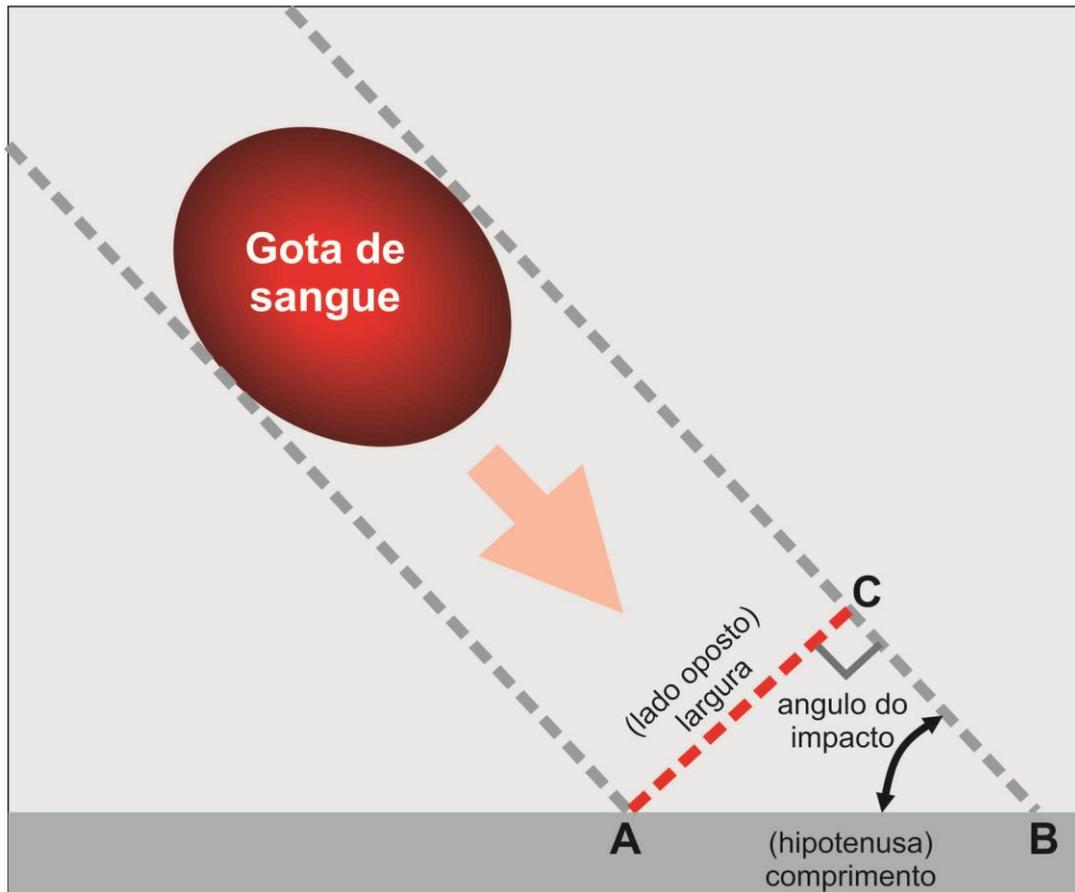


Figura 6: Cálculo trigonométrico para descobrir a área de convergência de uma mancha de sangue

Uma gota de sangue que cai perfeitamente na vertical ou formando um ângulo de 90° com a horizontal deixa uma mancha redonda. À medida que o ângulo de impacto com a horizontal diminui, a mancha fica cada vez mais longa e desenvolve uma "ponta" que indica a direção de lançamento da gota, como mostra a Figura 7. Quanto maior a diferença entre a largura e o comprimento, mais agudo será o ângulo de impacto. Por exemplo, imagine uma mancha de sangue com 2 mm de largura e 4 mm de comprimento. A largura dividida pelo comprimento seria igual a 0,5. O arco seno de 0,5 é 30° , então o sangue caiu na superfície formando um ângulo de 30° com a horizontal. Em uma mancha com a largura de 1 mm e

comprimento de 4 mm, o coeficiente seria de 0,25. Nesse caso, o sangue caiu na superfície formando um ângulo com cerca de 14° com a horizontal.

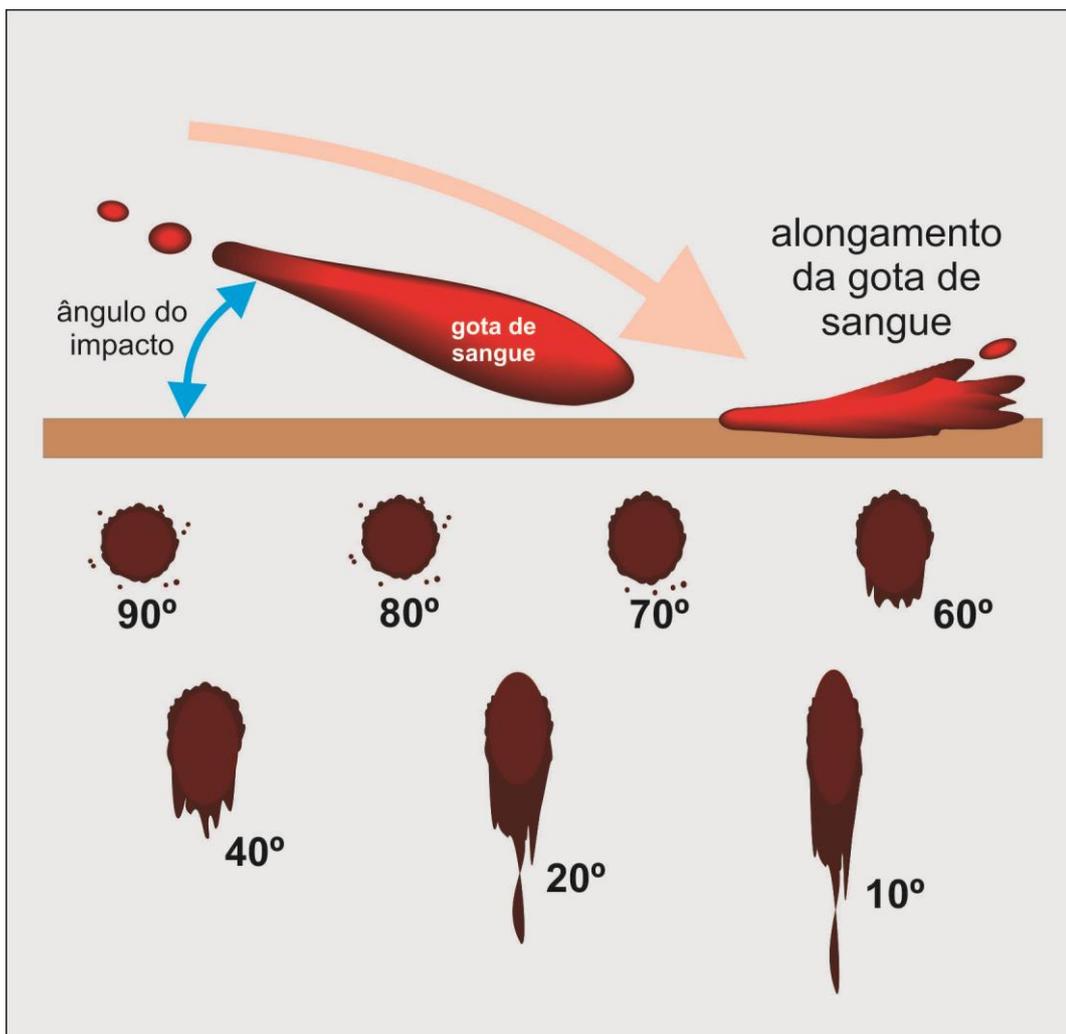


Figura 7: Análise do alongamento de uma gota de sangue

Módulo Didático 4: Como investigar – As evidências de Balística na cena do Crime



Todos os dias, ao ligar a televisão e sintonizar no noticiário, assiste-se algo mais ou menos assim: “João e José tentaram assaltar um banco e, na fuga, ambos atiraram com armas de fogo contra os policiais. Um dos tiros acabou atingindo o policial Antônio, que não resistiu e acabou falecendo logo em seguida. Os assaltantes foram capturados e levados à delegacia, mas nenhum deles assumiu a autoria do disparo que ocasionou a morte do policial”. Como saber qual dos dois suspeitos realmente é o culpado pela morte de Antônio, já que ambos estavam armados? Talvez a ciência forense possa nos auxiliar em uma resposta.

A arma de fogo

O termo ‘arma’ refere-se a todo instrumento destinado ao ataque e à defesa. Determinados instrumentos são produzidos especialmente para este fim, sendo denominados ‘armas próprias’. Outros, como foice e machado, por exemplo, podem ser usados como arma. Estas são chamadas de ‘armas impróprias’.

As ‘armas próprias’ classificam-se em manuais e de arremesso. As manuais funcionam como uma espécie de prolongamento do braço, como a espada, punhal e a maioria das ‘armas brancas’ (constituídas por lâmina metálica). Já as de arremesso são as que produzem efeitos a distância de quem as utiliza. É aqui que se classifica a arma de fogo. São de interesse da balística forense as armas perfuro-contundentes, ou seja, as que causam, ao mesmo tempo, perfuração e ruptura de tecido, com ou sem laceração e esmagamento dos mesmos.

Para a Criminalística, *arma de fogo* é todo o engenho constituído de um conjunto de peças com finalidade de lançar um projétil no espaço pela força de propulsão (gases de pólvora). As armas de fogo figuram em alta percentagem entre os instrumentos usados para a

prática de crimes dolosos, para o suicídio, aparecendo também como responsáveis por lesões corporais ou homicídios culposos.

Mecanismo de disparo

A arma de fogo é, em essência, uma máquina térmica. Sua utilização independe da força física (excetuando a força relacionada com o pressionamento do gatilho) e, como não poderia deixar de ser, baseia-se nos princípios da termodinâmica. A arma é constituída pelo aparelho arremessador ou arma propriamente dita, a carga de projeção (pólvora) e o projétil, sendo que estes dois últimos integram, na maioria dos casos, o cartucho.

Na Figura 1 temos um esquema que mostra as principais partes que constituem um cartucho. Aqui não se fará uma análise dos vários tipos, mas de um esquema padrão, no qual as partes estão presentes na maioria dos cartuchos.

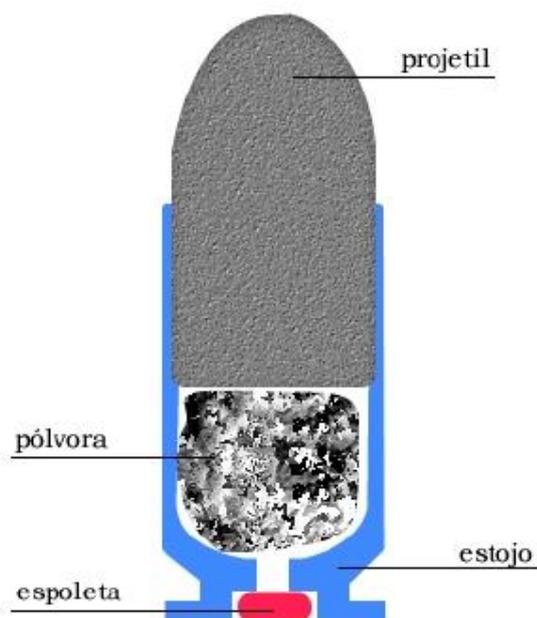


Figura 1: Esquema geral de composição interna de um cartucho.

O cartucho observado de fora parece grande. Contudo, uma pequena parte, o projétil, é que irá ser expelido pela arma após o disparo. A força com que este é projetado para fora do cano depende da combustão da pólvora. Esta gera gases, os quais, com a elevação da temperatura interna (podendo chegar aos 2500 °C) aumentam o volume e a pressão no interior da arma, fazendo com que o projétil seja ‘empurrado’, violentamente.

Antes que ocorra a combustão da pólvora, é necessário uma ‘chama iniciadora’, a qual é proveniente da espoleta. Ela contém uma pequena quantidade de explosivo sensível a choque mecânico. O estojo, geralmente constituído por latão 70:30 (70% de cobre e 30 % de zinco), trata-se da cápsula que contém o projétil na ponta, a pólvora dentro e a espoleta na base.

Também de forma esquemática, na Figura 2 temos os estágios que existem em um disparo.

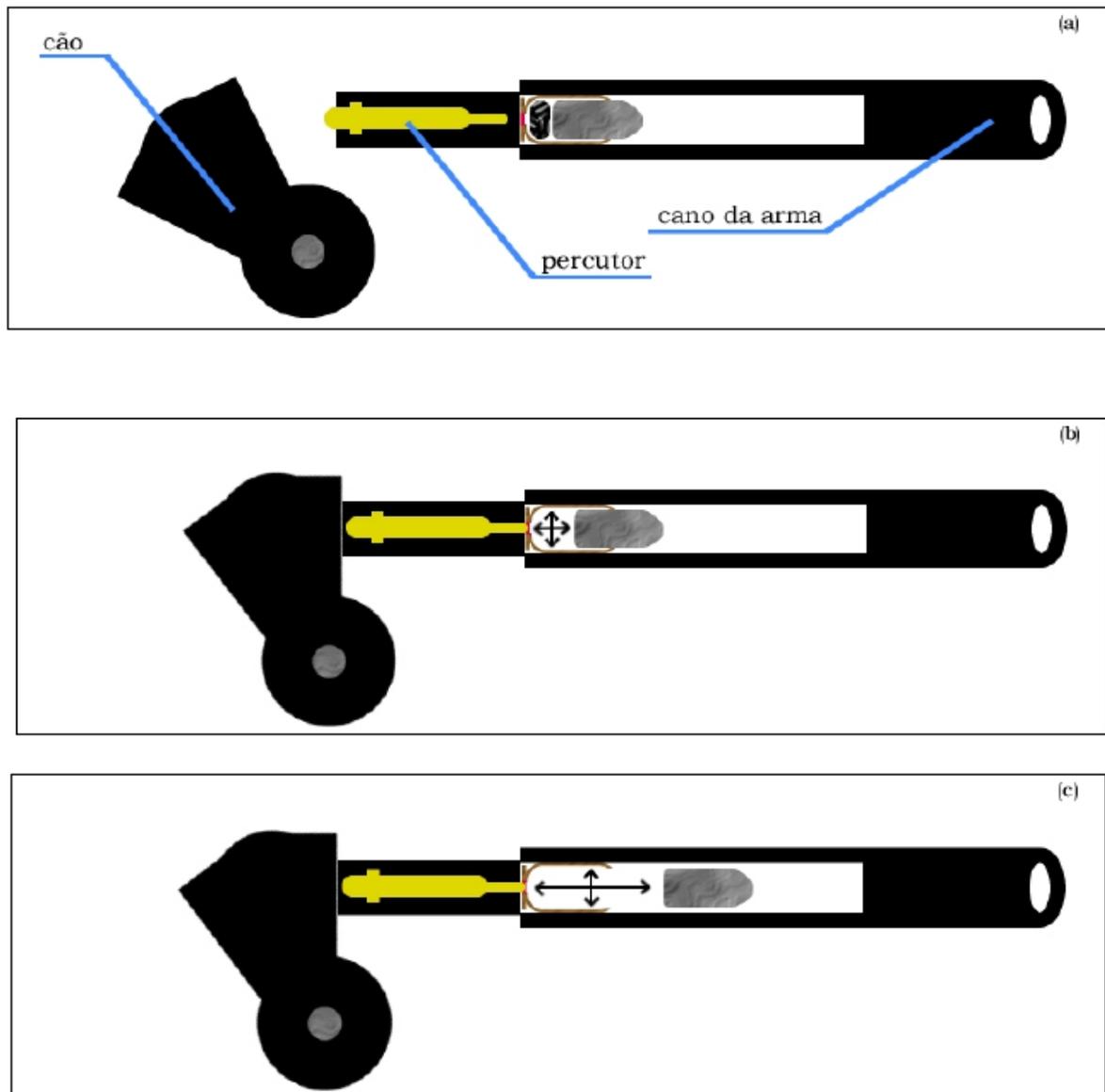


Figura 2: Fenômeno do tiro. Em (a) temos a arma em seu estágio pré-tiro. Observe o distanciamento entre o cão e o percutor. Em (b) temos o primeiro estágio do disparo, onde o cão movimenta-se, geralmente via ação mecânica, empurrando o percutor contra a base do cartucho, ação que dá início à explosão da mistura iniciadora, a qual promove a combustão da pólvora. Já em (c) temos a representação do aumento da pressão interna (representada pelas setas) que fazem com que o projétil seja expelido para fora da arma, através do cano.

Ao ser acionado o mecanismo de disparo, geralmente através de força mecânica pelo pressionamento do gatilho, a ponta do percutor deforma a espoleta, comprimindo a mistura iniciadora. Esta, ao sofrer o impacto, produz chamas de alto poder calorífico que passam por orifícios existentes no fundo do alojamento da espoleta e dão início à combustão dos grãos de pólvora.

A combustão da pólvora gera, em um curtíssimo espaço de tempo, um volume de gases considerável. A pressão destes impele o projétil através do cano da arma, que é a única saída possível. A expansão dos gases vai também atuar sobre a parte interna da arma, projetando-a para trás, fenômeno conhecido como o ‘soco da arma’.

Orifício de Entrada

É o ponto por onde penetra o projétil no corpo humano. Em geral, situa-se na pele, mas pode encontrar-se na mucosa de uma das aberturas naturais (boca, nariz, etc.). É, geralmente, um só para cada projétil; entretanto, pode haver dois quando antes de penetrar no corpo, o projétil atravessar determinado seguimento, como por exemplo o braço. O orifício de entrada pode ser produzido por um único projétil ou por projéteis múltiplos. Como dissemos anteriormente, suas características dependem da distância do tiro.

Forma

A forma do orifício de entrada depende da maneira pela qual o projétil atingiu o alvo, estando, também, intimamente ligada com a distância do tiro (encostado, a queima-roupa e a distância). Entretanto, não se fala em orifício de entrada quando o projétil disparado a distância, atinge a pele de raspão sem perfurá-la, produzindo apenas escoriações alongadas. O projétil disparado a distância ao exercer ação perfuro-contusa, produz, em geral: “orifício de entrada aparentemente circular, redondo (tiro perpendicular), oval, linear ou em fenda (tiro inclinado ou em região convexa), lembrando lesão determinada por instrumento perfurante, pois não atuando os gases e demais elementos da munição, o projétil limita-se a afastar as fibras cutâneas, sem seccioná-las.”

Nos tiros à queima-roupa, dependendo da incidência do disparo, o orifício de entrada assume forma arredondada ou ovalar, circundado por orlas e zonas. Nos tiros encostados, além do projétil atuam os gases, que rompem e dilaceram os tecidos moles onde penetram sob tensão, produzindo, assim, orifício de entrada irregular, anfractuoso, denteado, e algumas vezes com as margens invertidas, pelo efeito “de mina”.

Em geral, não há zona de tatuagem nem de esfumaçamento, pois todos os elementos da carga penetram pelo orifício do projétil. Encontrando o projétil tecido ósseo subjacente à pele, o orifício de entrada toma o aspecto típico, estrelado ou raiado. Entretanto, o mesmo pode se mostrar atípico, como nos casos de ‘ricochete’ ou quando dois projéteis sucessivos atingem o mesmo ponto na pele e ainda quando a bala perde sua força de propulsão (bala perdida).

Dimensão

A dimensão do orifício de entrada depende da distância do tiro, da resistência dos tecidos e do próprio projétil, podendo ser igual, maior ou menor do que o calibre do projétil. O orifício de entrada é usualmente menor do que o calibre do projétil que o produziu e com ele guarda proporção direta. No que concerne à dimensão do orifício de entrada nos tiros disparados a distância, estes produzem orifício menor que o calibre da bala. Isso porque o projétil, ao perfurar a pele, deprime-a a modo de um dedo de luva, e, ao voltar ela ao ponto primitivo, apresenta retração das fibras elásticas, o que redundará em reduzir as dimensões do orifício.

Nos disparos a queima-roupa e nos encostados, além do projétil atuam os gases provenientes da queima da pólvora e alguns elementos constitutivos da munição, os quais ocasionam uma verdadeira explosão dos tecidos, determinando orifício de entrada maior ou igual ao calibre da bala. Alguns outros fatores também influem na ocorrência de fato idêntico, tais como: a diminuição da força viva do projétil, a inclinação do alvo e se antes de percuti-lo o projétil se houver deformado em superfícies resistentes. O orifício de entrada produzido por projéteis esféricos, sobretudo nos tiros disparados a queima-roupa, em geral, são maiores que o calibre do projétil. Nas cartilagens as dimensões do orifício de entrada habitualmente são iguais às do projétil, favorecendo a determinação de seu possível calibre.

Orlas e Zonas de Contorno

As orlas e zonas de contorno são marcas características ou manchas que se encontram em torno do orifício de entrada de um tiro, variando de acordo com a distância deste. Estas aparecem porque o projétil ao ser disparado não vem só, mas acompanhado de chama, pólvora incombusta e combusta, gases, restos de bucha, impurezas ou sujeiras do cano da arma, etc., tudo isso formando um cone, chamado “cone do tiro”.

Orla de Contusão (escoriações nas laterais do orifício de entrada)

A *orla de contusão* (também conhecida como *orla desepitelizada* de França, *orla erosiva* de Piedelièvre e Desoille ou *anel de Fisch*) é: uma pequenina faixa, medindo alguns milímetros, que se encontra nas vizinhanças do orifício de entrada.

Resulta da escoriação e do atrito do projétil, que mortifica os tecidos circundantes, visto ser agente da classe dos pérfuro-contundentes.” A *orla de contusão* se forma devido à diferença de elasticidade existente entre a epiderme e a derme, visto que, aquela é muito menos elástica, quase não se distendendo. Por isso, o orifício da epiderme fica maior que o da derme, exibindo, assim, esta uma pequenina orla escoriada, contundida e de coloração escura – *orla de contusão*. A *orla de contusão* se apresenta seja qual for a distância do tiro, tornando-se mais pronunciada quanto mais próximo for o disparo. Apresenta forma circular ou concêntrica quando o projétil incide perpendicularmente sobre a pele, e ovalada ou fusiforme nos casos de incidência oblíqua. Tem, portanto, a mesma grande importância na determinação da direção do tiro.

Orla de Enxugo (margens do orifício de entrada, deixando resíduos de pólvora, pelo movimento rotatório do projétil antes de perfurar o alvo)

A *orla de enxugo*, também conhecida como *orla de limpeza*, é uma das características do orifício de entrada, se apresentando seja qual for a distância do disparo, embora menos frequente nos disparos encostados. Tem a forma circular ou concêntrica nos tiros perpendiculares, e ovalar ou fusiforme nos oblíquos. A *orla de enxugo* é, em geral: de cor escura e produzida pelo movimento rotatório do projétil disparado por arma raiada, por adaptação da bala às margens do orifício de entrada enxugando-a dos resíduos de pólvora, graxa, sarro da arma, fragmentos de indumentária etc.

Aréola Equimótica (parte inicial do ferimento causada pelo projétil)

A sua formação se dá devido a ruptura, pelo projétil ao ferir o corpo vivo, de vasos capilares, produzindo, desta forma, extravasamento de sangue que se exterioriza em uma mancha equimótica ao redor do orifício de entrada. Tal mancha possui um colorido variável, podendo evoluir do vermelho ao amarelo. A *aréola equimótica* não possui características próprias capazes de diagnosticar a distância, a direção do tiro e o orifício de entrada. Entretanto, serve para concluir se a lesão foi produzida ainda em vida.

Zona de Tatuagem (ferimento causado na pele com colorações diferentes, se distingue pela distância dos tiros e sua inclinação)

A *zona de tatuagem* é classificada em falsa e verdadeira; a falsa é a que se remove facilmente, sendo a verdadeira considerada como uma tatuagem comum. A *zona de tatuagem* é produzida pelos grânulos de pólvora, queimada ou não que, partindo com o projétil, percutem o contorno do orifício de entrada e se incrustam mais ou menos profundamente na região atingida. A *zona de tatuagem* margeia o orifício de entrada nos tiros encostados e a queima-roupa, sendo importante para se determinar a distância do disparo, a incidência do tiro e a natureza da carga.

Entretanto, é importante salientar que a mesma não se verifica em nenhuma hipótese no orifício de saída. Sua coloração é variável de acordo com a pólvora empregada na munição; tendo a coloração uniformemente escura no emprego da pólvora negra, e cor variada com a pólvora piroxilada, sem fumaça. Sua forma varia segundo a inclinação do tiro; nos tiros perpendiculares, a tatuagem se deposita uniformemente, em extensão e quantidade, ao redor do orifício de entrada, tomando o aspecto circular; enquanto que nos tiros oblíquos, a tatuagem é mais intensa e menos extensa do lado do ângulo menor da inclinação, sendo mais extensa e menos intensa do lado oposto, tomando o aspecto ovalar. A *zona de tatuagem* por ser fixa, não removível pela limpeza, se difere do negro-de-fumo, uma vez que, o mesmo é formado pela deposição de fuligem resultante da combustão da pólvora ao redor do orifício de entrada, nos tiros próximos, que recobre e ultrapassa a zona de tatuagem.

Zona de Esfumaçamento (Marca deixada, pela deposição da fumaça do projétil, ao redor do orifício de entrada e também de saída do mesmo).

É também chamada de *zona de tatuagem falsa*, uma vez que é facilmente removível, pois não se incrusta na pele, sendo apenas superficial. A *zona de esfumaçamento* é formada pela deposição da fumaça resultante da combustão da pólvora e terá colorido correspondente à natureza dos produtos químicos empregados para a composição da pólvora, após sua combustão. A *zona de esfumaçamento* também serve para determinar o orifício de entrada, a distância e a direção do tiro, porém sua importância é menor do que a da *zona de tatuagem*, por ser removível. Sua forma obedece o mesmo mecanismo da *zona de tatuagem*, com apenas uma diferença, nos tiros perpendiculares a sua forma é estrelada e não circular. Convém ressaltar que é possível o aparecimento da mesma ao redor do orifício de saída nos alvos de

pequena espessura, uma vez que a fumaça penetra pelo trajeto do projétil e sai com este, depositando-se, então, ao redor do orifício de saída.

Zona de Queimadura ou Chamuscamento (Zona de queimadura ao redor do orifício de entrada, produzida por gases superaquecidos e inflamados).

Se verifica nos tiros disparados a queima-roupa e nos encostados. Sua produção serve, também, para identificar o orifício de entrada, a distância e a direção do tiro, a natureza da pólvora, a quantidade da carga e a região atingida. A *zona de queimadura* é produzida pelos gases superaquecidos e inflamados, que atingem e queimam o alvo. Daí apresentar-se, ao redor do orifício de entrada, uma zona com pêlos queimados, com a epiderme tostada, enegrecida e com cheiro indicador de queimadura. Se, entretanto, a região atingida estiver recoberta por vestes, estas é que sofrem a ação física, caracterizando a queimadura das mesmas.

Zona de Depressão dos Gases

Esta zona corresponde à ação dos gases expelidos no momento do disparo, nos tiros muito próximos, que ao acompanhar o projétil deprimem a pele em torno do orifício de entrada. Devido à elasticidade da pele, que volta ao normal após algum tempo, esta zona deve ser pesquisada logo após o tiro. Entretanto, não se deve confundi-la com a inversão das bordas da ferida, produzidas pela penetração do projétil.

Trajeto

A trajetória e trajeto possuem definições diferentes, onde: “*Trajectoria* é o caminho descrito pelo projétil desde seu ponto de disparo até ferir o alvo. *Trajeto* é o percurso seguido pelo projétil dentro do alvo”. O trajeto pode ser aberto e fechado. É dito como aberto quando tem orifício de saída e o projétil não é encontrado no organismo; e fechado ou em fundo cego ou fundo de saco quando termina em cavidade fechada, sendo a bala encontrada geralmente na extremidade final, no meio de tecidos mortificados e cercada de foco hemorrágico. Quando há orifícios de entrada e de saída, é possível estudar o percurso do projétil no organismo. Em situações simples, unindo-se os orifícios de entrada e de saída temos a direção e o percurso do projétil.

Entretanto, nem sempre é assim tão fácil, uma vez que o trajeto nem sempre se faz em linha reta e assume os mais variados caminhos (chamados *fenômenos da bala giratória*), não sendo rara a introdução de projétil nas cavidades naturais (estômago, intestinos) ou no interior de vasos calibrosos (como a aorta), impondo exames radiológicos para sua detecção. O trajeto quando retilíneo possui diâmetro igual ao do projétil. Entretanto, terá o diâmetro maior e torto quando o projétil se deforma ou arrastar consigo corpos estranhos (fragmentos de buchas, dentes, pele, etc.) no seu percurso. O trajeto de um projétil, pode ser *simples*, ou seja, uma linha reta entre os orifícios de entrada e de saída, ou ter *desvio angular, de retorno e de contorno*, ou ainda ser *ramificado* ou *múltiplo*, quando há fragmentação de projétil e/ou de corpos estranhos alheios à munição dentro do organismo. O trajeto pode ser único ou múltiplo. Será único quando produzido por um único projétil; e múltiplo quando o agente perfuro-contundente forem projéteis múltiplos. Pode ocorrer, entretanto, de ser único no início e se transformar em múltiplo pela ação de corpos estranhos fragmentados.

A formação de projéteis secundários (múltiplos), o carreamento de tecidos trazidos pelo projétil e a diminuição da força viva do mesmo, faz com que o trajeto se expanda em amplitude, comparativamente às suas proporções iniciais. Os tecidos marginais do trajeto apresentam-se infiltrados de sangue, dadas as lesões que sofrem pela ação do projétil, o qual também invadirá a própria luz do trajeto, envolto com outros elementos. O projétil ao ser retirado do organismo humano não pode ter suas características modificadas, uma vez que são estas que auxiliam na identificação da arma utilizada no disparo. Sendo assim, em sua retirada não se pode utilizar instrumentos metálicos e nem rastreá-lo com sonda feita de metal, evitando desta forma qualquer alteração da sua forma, o que falsearia os exames de balística.

Orifício de Saída

O orifício de saída só se apresenta nas lesões transfixantes (que atravessam de lado a lado), ou seja, nos casos de trajeto fechado esse não se verificará. O orifício de saída é produzido pelo projétil propriamente dito, isoladamente ou reforçado por corpos outros que a ele se juntarem no decorrer do trajeto (vestes, botões, ossos, dentes). O orifício de saída possui algumas características que o diferenciam do orifício de entrada, são elas: 1º) é geralmente maior que o orifício de entrada; 2º) tem o aspecto de fenda, quando o projétil não sofre deformação, ou forma irregular, quando este deforma-se ou arrasta consigo alguns fragmentos, apresentando as bordas evertidas (viradas para fora); 3º) não apresenta orlas e nem zonas de contorno, salvo a aréola equimótica; 4º) apresenta maior sangramento.

Essa diferença entre o orifício de saída e o orifício de entrada ocorre porque ao tempo de saída o projétil além de apresentar menor energia cinética, perde as impurezas no percurso ao passo que adquire material orgânico, tendo, assim, maior capacidade dilacerante do que perfurante e uma eventual mudança de direção. A diferenciação entre ambos os orifícios é de fundamental importância para o estudo da natureza jurídica do evento, pois esta diferenciação é que fornecerá os subsídios para o estudo da direção do disparo, entre outras coisas.

A interligação entre a arma e o crime

Identificação do atirador pela arma

A identificação do atirador pela arma baseia-se no encontro de impressões digitais deixadas nas armas (conforme descrito no módulo 1). Tais impressões só serão aproveitáveis se houverem se formado em superfícies lisas. Uma vez encontradas, deve-se tomar a precaução de manipular com cautela a arma recolhida no local do crime e realizar uma fotografia das impressões.

De mãos da fotografia o perito irá revelá-la, utilizando várias substâncias químicas, em estado de pó fino. Após a revelação, as impressões serão novamente fotografadas e terão seu tamanho ampliado, para serem melhor estudadas. Se tiver um suspeito as impressões serão comparadas com as dele, caso contrário serão comparadas as do banco de impressões digitais, onde houver.

Identificação da arma pelo projétil

Em primeiro lugar é necessário achar o projétil, que pode estar no corpo da vítima ou fora dele (no local do crime), sendo mais frequente o primeiro caso. Em qualquer das hipóteses, o perito balístico irá examinar o projétil, verificando seu peso, formato, comprimento, diâmetro, composição, calibre, raiamento, estriações laterais finas e deformações.

O calibre da arma serve para demonstrar a medida do cano, a raição indica o tipo de arma e a estriação lateral fina individualiza a arma. O perito ao estudar o raiamento deverá observar a sua correspondência com a arma suspeita, mencionando o seu número, a sua largura, o seu aspecto e se estas são dextroversas ou sinistroversas, ou seja, se são obliquamente dirigidas para a direita ou para a esquerda.

Entretanto, a individualização da arma só ocorre com o estudo das estriações laterais finas e das deformações ocasionadas no projétil. A estriação lateral fina: é produzida pelas saliências e reentrâncias que a alma do cano apresenta e passíveis de serem moldadas nas faces laterais do projétil, ao passar este forçado pelo interior do cano onde receberá também as raias.

Estas estriações têm grande importância para a identificação pois até agora não se provou que duas armas diversas tenham impressões iguais, sendo assim, o valor positivo da igualdade das estrias entre duas balas, para a identificação da arma, é grande. Entretanto, o resultado negativo não tem valor, posto que a mesma arma pode produzir, em balas diversas, estriações inidentificáveis. É importante salientar, que a identificação só tem valor se a comparação for de um conjunto de várias estriações existentes em uma determinada superfície, das proporções e relações recíprocas das estrias entre si.

Com relação ao estudo das estrias o elemento mais decisivo do exame para a identificação da arma é a situação das mesmas, uma vez que a igualdade de situação de um conjunto numeroso de estrias semelhantes é sinal certo de identidade da arma de que proveio o projétil.

Com respeito às deformações ocasionadas no projétil, deve-se determinar se estas ocorreram antes, durante ou após a detonação. As deformações podem ser permanentes, acidentais, periódicas e propositais. As permanentes são as da própria arma, sendo estas constantes, com a característica própria para cada exemplar, em todas as armas. As deformações acidentais são as sofridas pelo projétil fora da arma, antes ou depois de atingir a vítima. As periódicas são aquelas ocasionadas devido à imperfeição no fabrico da arma. E as propositais são as feitas pelo agressor na bala, visando aumentar o seu efeito vulnerante.

As deformações permanentes são as mais importantes para a identificação da arma. Como se viu anteriormente a tais deformações acrescentam-se as estriações laterais finas, que também são tidas como deformações produzidas pelos acidentes que o instrumento raiador cria no interior do cano. Para se obter a identificação da arma deve-se realizar tiros de prova, produzindo projéteis da mesma forma, calibre, dimensões, constituição, do mesmo fabricante, da mesma série que o projétil suspeito. Esses tiros de prova serão disparados em saco de algodão ou na caixa d' água. O número de disparos a fazer será o dobro da carga da arma. Se existirem várias armas da mesma espécie, estas serão disparadas separadamente. Os projéteis assim obtidos serão comparados com aqueles a serem identificados, com o auxílio de lentes de aumento, do microscópio binocular e do microscópio comparador.

Identificação da arma pelo estojo

Outra forma de se identificar a arma utilizada no crime é pelo exame do estojo. O estojo pode ser encontrado no local do crime ou no tambor da arma apreendida como suspeita. Em ambos os casos este deve ser apreendido e encaminhado para exame. O perito balístico, ao receber o estojo, determina o seu material, sua marca, seu calibre e suas deformações, para assim determinar que tipo de arma foi usada no crime. Com efeito, esses estojos apresentam marcas mais ou menos individualizadoras da arma a que serviram: marcas produzidas pela superfície interna do cano (em que o cartucho foi introduzido sob pressão); marca do percussor sobre a espoleta; marca da espalda do cano sobre o talão (determinada pelo recuo); marca do extrator na gola do estojo.

Tais marcas, que variam de arma para arma, conforme o gênero desta e suas particularidades individuais, serão confrontadas com as que se produzam mediante tiros de prova, dados com a mesma arma suspeita. De posse do estojo suspeito e do padrão, deve então levá-los ao microscópio comparador para o exame dos sinais deixados no culote do percussor.

Para a identificação pouco importa o formato, a profundidade ou a posição da deformação na base do estojo, provocados pelo percussor. O que realmente tem importância é a depressão em sua parte mais profunda, que apresenta de forma microscópica detalhes deixados pela ponta do percussor, de maneira a esclarecer se as deformações deixadas em dois estojos foram produzidas pelo percussor de uma mesma arma.

Outra característica do estojo utilizada na identificação são os sinais deixados pelo extrator e pelo ejetor, que pela violência de seus movimentos, deixam marcas específicas de cada arma. Que acontecem no momento em que o extrator toma o estojo pela gola, puxando-o para trás, até que o ejetor o lance fora pela janela, preparando uma novo disparo.

Identificação da arma pela pólvora

A pólvora pode apresentar-se queimada ou não e pode ser encontrada na cápsula, na arma ou no corpo ou vestes da vítima. O seu exame se faz através do exame do sarro, que permite verificar se o disparo foi feito com pólvora negra ou com pólvora piroxilada.

Primeiramente, observa-se o aspecto da pólvora, macroscópica e microscopicamente. A pólvora negra deixa no interior do cano abundante resíduo preto, que passa em poucos dias

a uma cor cinzento-esbranquiçada, para depois tomar o aspecto avermelhado de ferrugem. A pólvora piroxilada deixa pouco resíduo, de cor cinza escura, que não se altera a não ser muito depois com a ferrugem. Em seguida, se realiza o exame químico do sarro, no qual a parte interna do cano ou outro objeto qualquer é lavado com água quente, sendo essa água de lavagem submetida à análise. O líquido é filtrado e sua reação é verificada com a fenolftaleína: a pólvora negra dá reação fortemente alcalina; a pólvora sem fumaça dá reação neutra. A análise mostrará, no caso da pólvora negra, a presença de sulfetos, sulfatos, tiosulfatos, carbonatos, tiocianatos, e também de carvão e enxofre. Com relação à pólvora piroxilada, encontrar-se-ão nitritos e nitratos.

É graças ao exame da pólvora que os peritos podem determinar a data aproximada do último disparo da arma. Os elementos que levam os peritos a determinar a data provável do último disparo são baseados nas modificações processadas no depósito da pólvora combusta. Tais exames atingem um tempo máximo de oito dias, devendo, então, ser realizados dentro desse prazo. O referido exame não constitui meio de certeza, ficando restrito ao campo da probabilidade.

Para tal determinação, o perito deverá examinar os resíduos da pólvora existentes na arma ou no local do crime, já que todas as vezes que se atira há um depósito resultante da combustão da pólvora, que varia se esta for negra (presença de sulfetos e sulfatos) ou piroxilada (presença de nitritos e nitratos). Deve-se salientar que a umidade e a temperatura do local em que foi encontrado a arma muito influem nas modificações por que passa o depósito de pólvora.

Distância e direção do tiro

Os tiros classificam-se quanto à distância em: encostados, a queima-roupa e a distância, cada qual com suas particularidades, também já estudadas. A perícia no que se refere à distância do tiro deve ser documentada por meio de fotografias, que serão anexadas ao laudo. Para a determinação aproximada da distância é indispensável a experiência de tiro ao alvo, com a mesma arma, a mesma munição e no mesmo ambiente, posto que o orifício de entrada varia de acordo com as mudanças desses fatores.

A direção do tiro em relação ao corpo da vítima será indicada por duas ordens de elementos: as características do orifício de entrada e a direção do trajeto da lesão. Na perícia para a determinação da direção do tiro também é necessário a experimentação com a mesma

arma e munição, tomando-se as mesmas precauções ditas com relação a distância do tiro. Deve-se lembrar que a inclinação do corpo, mantida a mesma linha de visada da arma, faz variar o trajeto do projétil.

A determinação da distância do tiro pode ser calculada usando as fórmulas mostradas na Figura 3, com as respectivas especificações e usando as unidades do Sistema Internacional de Unidades.

$a = \frac{V_2 - V_1}{t}$ $x - x_o = \frac{a \cdot t^2}{2} + V_1 \cdot t$ <p style="text-align: center;">ou</p> $x - x_o = \frac{t(V_2 - V_1)}{2} + V_1 \cdot t$	V_1 → velocidade que a bala é projetada V_2 → velocidade que a bala atinge o alvo V_3 → velocidade em que a bala para $V = 0$ a → aceleração média da bala t → tempo de deslocamento da bala x → distância da arma até o alvo x_o → posição inicial de referência ($x_o = 0$) d → distância que a bala penetra no alvo
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Figura 3: Fórmulas para cálculo da distância de tiro

Com o objetivo de descobrir a posição do atirador no momento do disparo, é necessário traçar uma circunferência com centro no alvo e raio igual à distância calculada anteriormente. Em seguida, fazer uma reconstrução da cena levando em conta a posição do corpo (alvo) e o local onde o projétil se encontra.

Diagnóstico diferencial entre Homicídio e Suicídio

Os suicidas têm quase sempre pontos de predileção, tais como as têmporas, a boca e a região precordial (região do coração), enquanto que os tiros no abdome, nos membros e no dorso são suspeitos de homicídio. A pesquisa da direção do disparo é útil para o diagnóstico diferencial, uma vez que há tiros em certas direções que dificilmente certo indivíduo poderia ter disparado. Em relação a distância do disparo, esta também é importante, uma vez que não se pode atribuir a um suicida um disparo feito de longe.

A presença da arma na mão do cadáver é um forte argumento em favor do suicídio. Entretanto há de se observar como se posiciona a mão em relação a arma, vez que esta pode ter sido colocada na mão da vítima para simular um suicídio. Se o indivíduo cometeu suicídio, no momento da morte, com a ocorrência do espasmo cadavérico, a mão que empunha a arma fica com os dedos imobilizados, de forma enérgica e fixa. O que não ocorre se a arma tiver

sido colocada em sua mão logo após a morte. Todavia não se deve excluir a hipótese do indivíduo vir a falecer com um tiro disparado por outra pessoa no momento em que tinha a arma na mão, caso que também apresentará os dedos imobilizados, de forma enérgica e fixa ao segurar a arma.

Confronto balístico

Conforme vimos anteriormente, ao observamos com mais detalhe o mecanismo de disparo de uma arma de fogo, o projétil é expelido pelo cano e sai na direção do alvo. Este projétil, por estar em contato direto com a superfície interna do cano, passa a incorporar marcas e microestriamentos em sua superfície (veja Figura 4).

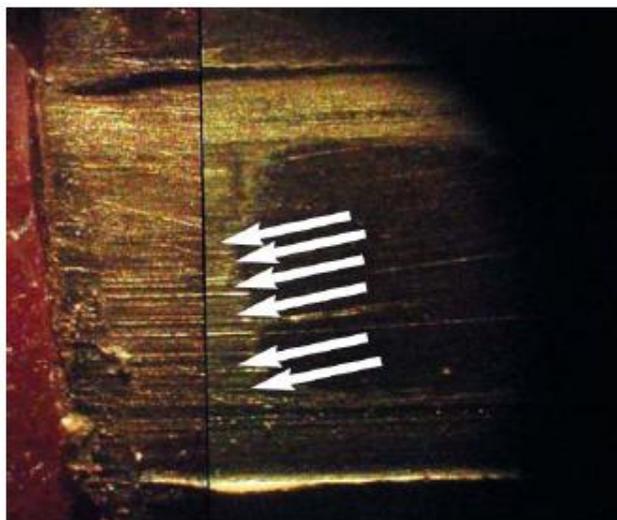


Figura 4: À esquerda da linha preta, a bala em questão e à direita da mesma linha o padrão de marcas observado nos testes com a arma de fogo. As setas indicam as marcas que coincidem, o que confirma que os projéteis foram expelidos pela mesma arma.

Mesmo que a arma seja do tipo ‘lisa’, sem raias, não importa o quanto liso seja o cano, sempre haverá minúsculas imperfeições, diferenças de densidade e dureza do aço - dentre outros aspectos - que darão um caráter único às marcas existentes nos projéteis expelidos por uma arma de fogo.

Sendo assim, uma alternativa para ligar a arma de fogo ao crime é uma técnica utilizada pelos peritos chamada de Confronto Microbalístico. Obtém-se, no caso, o projétil, após, faz-se testes com a(s) arma(s) de fogo suspeita(s), disparando-a(s) em tanques de água, por exemplo, a fim de obter o projétil sem deformações, a não ser as inerentes ao contato com

as raias ou superfície interna do cano. Após, com a ajuda de um microscópio óptico, observa-se as microestrias dos dois projéteis (o retirado da vítima e o produzido no tanque de água) e, através desta observação, pode-se ligar ou não a arma ao crime.

O confronto microbalístico não se restringe apenas aos projéteis. Se houver cápsulas de cartuchos deflagradas na cena do crime, é possível analisar as marcas do percutor e as ranhuras produzidas na culatra (veja a Figura 5).

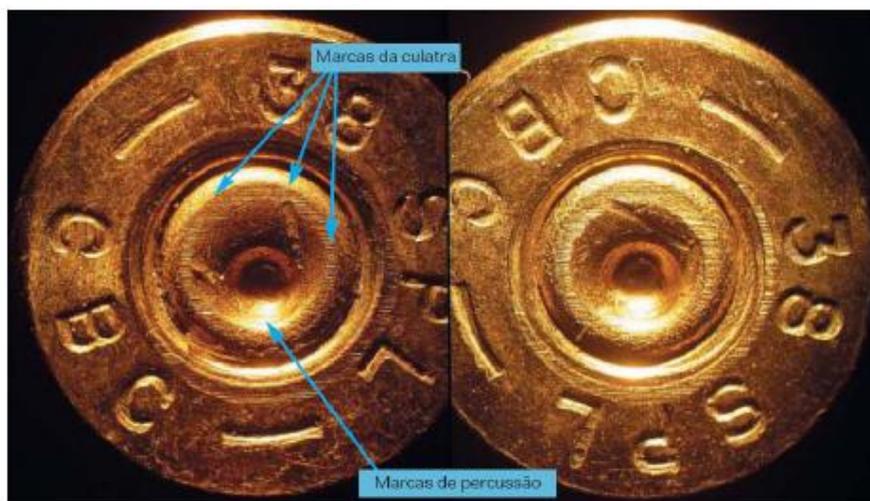


Figura 5: Cápsulas de munição percutidas pela mesma arma. Em destaque as marcas promovidas pelo percutor e pela culatra.

O Confronto Microbalístico é, portanto, a comparação das marcas e microestriamentos deixados pelos canos, percutores e culatras nos projéteis e nas cápsulas visando identificar a arma de fogo que os tenha deflagrado. A análise pode ser genérica ou específica. A genérica permite que se tenha uma identificação do fabricante da arma, modelo, tipo de munição, etc. Já uma análise específica pode constatar se um projétil foi ou não expelido pela arma em questão. Seria como uma análise de impressão digital, onde cada arma produz um conjunto de microestrias único.

Resíduos de arma de fogo

No momento do tiro são expelidos, além do projétil, diversos resíduos sólidos (provenientes do projétil, da detonação da mistura iniciadora e da pólvora) e produtos gasosos (monóxido e dióxido de carbono, vapor d'água, óxidos de nitrogênio e outros), conforme ilustra a Figura 6.



Figura 6: A nuvem de fumaça criada durante a descarga de uma arma de fogo deixa resíduos nos objetos próximos.

Também integram a parte sólida dos resíduos partículas constituídas pelos elementos antimônio (Sb), bário (Ba) e chumbo (Pb), provenientes de explosivos como sais de chumbo, bário e antimônio, além da composição da liga de projéteis e cartuchos. Parte desses resíduos sólidos permanecem dentro do cano, ao redor do tambor e da câmara de percussão da própria arma. Porém, o restante é projetado para fora, atingindo mãos, braços, cabelos e roupas do atirador, além de se espalharem pela cena do crime.

Dependendo do tipo de resíduo, a constatação pode ser física, com o auxílio de uma lupa. Se não for possível realizá-la, pode-se usar o exame químico. Os nitritos, que também são produzidos em disparos, podem ser detectados com o reativo de Griess (ácido parasulfanílico). Contudo, vale lembrar que os nitritos sofrem oxidação pelo oxigênio do ar, passando gradualmente a nitratos ou volatilizando-se como ácido nitroso. Por isto, o exame deve ser feito o mais breve possível após o suposto disparo. Além disto, o reativo de Griess é usado para identificar a presença de nitritos de qualquer origem, não sendo, portanto, reativo específico para nitritos oriundos de disparo por arma de fogo.

Um resultado negativo desse teste não significa que a arma suspeita não tenha produzido tiro, visto a transformação relativamente rápida de nitritos em nitratos. Já uma constatação positiva não garante, necessariamente, que tais nitritos sejam oriundos de um disparo. Por isto, a verificação com reativo de Griess não está sendo mais utilizada pelos peritos forenses. Eles alegam pouca confiabilidade como prova pericial, em decorrência de diversos fatores que interferem em seu resultado. Um exame que gera mais dúvidas que as já inerentes à investigação, certamente, dificultaria ainda mais os trabalhos dos peritos.

Outro teste químico é o que permite a detecção de chumbo pelo rodizonato de sódio como reagente colorimétrico. O complexo azul-violeta, resultante da reação do rodizonato de sódio com o chumbo, pode ser estabilizado pela adição de uma solução tampão. Contudo, o desvanecimento comum de complexos colorimétricos ocorrerá como consequência de um contato prolongado com o meio ácido, proporcionado pelos 5% de ácido clorídrico necessários à própria reação colorimétrica. Isto implicará na decomposição do complexo azul-violeta em compostos incolores, podendo-se perder resultados positivos. Testes colorimétricos muitas vezes não possuem sensibilidade para detectar antimônio e bário de forma confiável, principalmente devido à pequena quantidade de resíduos presentes (na ordem de mg) nas mãos de um atirador, bem como às suas dimensões (0,1 a 100 μm), o que pode limitar a detecção e identificação das partículas.

Um método confiável de análise de partículas residuais de tiros, deve ser capaz de determinar a presença de chumbo, bário e antimônio, além da análise morfológica da partícula. A presença de dois dos três elementos citados não pode ser associada, de forma categórica, aos resíduos de arma de fogo, mas apenas ser um indicativo de disparo, não uma prova cabal.

Para se ter uma ideia de como a vida e os hábitos do suspeito devem ser levados em consideração, o chumbo pode aparecer associado ao bromo em partículas provenientes de automóveis e ao antimônio nas placas de baterias e em algumas soldas. Partículas somente de chumbo podem estar vinculadas à profissão do suspeito, como mecânico, pintor, laboratorista, soldador, etc. O bário é encontrado em produtos de maquiagem, e em alguns tipos de papel, além de detergentes. O antimônio é usado em muitas fibras, como as de poliéster.

Basicamente, os resíduos de tiro são formados em condições específicas de temperatura e pressão durante o disparo, permitindo vaporização e rápida condensação de elementos oriundos principalmente da espoleta (Pb, Ba, Sb) em partículas com formato esférico e diâmetro variando entre 1-10 μm . Esta variação depende do tipo de arma empregada para efetuar o disparo (revólveres produzem mais partículas esféricas do que pistolas) e do calibre (quanto maior o calibre, maior o tamanho médio das partículas). A composição também pode variar, dependendo dos explosivos da espoleta.

APÊNDICE 5 – Depoimentos das testemunhas e dos possíveis suspeitos

Dona Amélia – Mãe da vítima

- Você costumava ir a casa de seu filho? Se sim, com que frequência o visitava? *Sempre que possível, mas geralmente nas sábados de manhã pois Robson não tinha aula.*
- Que horas costumava chegar à casa de seu filho? *Geralmente chego cedo, para juntos tomarmos o café da manhã, perto das 07:00 hrs. Como o meu filho morava sozinho, gostava sempre de saber se não lhe faltava nada e auxiliava com a limpeza da casa, para que pudesse economizar seu dinheiro.*
- O que seu filho costumava fazer nas horas de folga? *Meu filho adorava tirar fotos, especialmente nos domingos a tarde no parque em frente a sua casa.*
- O que você estava fazendo na noite que ocorreu o crime? *Estava em minha casa com meu marido.*
- Você havia conversado com seu filho no dia em que o crime aconteceu? *Não*
- Recordas como encontrou o local do “crime” já que fostes a primeira pessoa a chegar lá? *A única coisa que lembro que toquei a campainha, vi que a porta estava destrancada e ele não veio me receber, como costumava fazer todas as vezes que eu chegava. Entrei chamando e comecei a procurá-lo. Encontrei ele caído no chão da sala.*
- Qual a sua reação ao ver seu filho caído no chão? *Comecei a gritar desesperadamente.*
- Consegue me relatar como estava o corpo de seu filho quando o encontrou? *Acho que estava de bruços, ao redor tudo estava cheio de sangue.*
- Você sabe se seu filho é dependente químico? *Não, ele jamais usou droga, ele gostava de tomar uma cerveja e nada mais.*
- Como era a relação entre vocês? *Nós sempre tivemos uma relação bem aberta, Robson nunca escondeu nada de mim, confiávamos um no outro.*
- Robson tinha namorada? *Estava ficando com uma garota, o nome dela é Marta, não a conheço muito bem, pois a vi apenas uma vez.*
- Sabes dizer se ele tinha um relacionamento anterior a este? *Não, apenas me contou que estava afim de uma garota da universidade, mas ela era comprometida.*

- O companheiro desta garota tinha conhecimento do que você acabou de me contar ? *Sim, pois ele se declarou a ela e a mesma ingenuamente contou ao seu noivo.*
- Você sabe o nome deles? *Sim, Mariana e Jeferson.*
- Existe possibilidade desta pessoa ter assassinado seu filho? *Acho que não, como já havia dito antes, não seria um motivo para uma pessoa fazer isso com o meu filho.*
- Você tem alguma ideia de quem possa ter feito isso? *Não*

Carlos – um colega da faculdade

- Você conhecia a vítima? Há quanto tempo? *Sim, o conhecia aproximadamente 2 anos.*
- Onde você estava na noite do crime? *Estava na minha casa em função de um trabalho da universidade e mais tarde saí com os amigos jogar sinuca.*
- Tens álibi que comprove o que estás dizendo? *Meus amigos que estavam comigo, mas os mesmos não são daqui, estavam passando alguns dias por aqui e já foram embora.*
- Você teve algum contato com Robson na noite do crime? *Não me recordo.*
- Como você explica uma ligação de seu telefone para Robson na noite do crime?? *Ahhhh, lembrei, liguei pedindo ajuda num trabalho da universidade.*
- Você se encontrou com Robson na noite depois da ligação? *Não, combinamos para outro dia, pois ele falou que estava ocupado.*
- Tem algo mais à dizer???
- *Não.*
- Não saia da cidade, a qualquer momento poderá ser convidado a prestar mais esclarecimentos.

Jéferson – um desafeto

- Você conhecia Robson? *Sim, da faculdade.*
- E eram amigos? *Não, pois ele se declarou a minha noiva e fui tirar satisfação com ele.*
- Quando foi isto? *Aproximadamente há um ano.*
- Depois daquela discussão, tiveram mais algum desencontro? *Não.*

- Sabes dizer se sua namorada e ele mantinham algum contato? *Acho que não, pois depois da discussão que tivemos, ele se afastou dela.*
- Onde você estava na noite que antecedeu o encontro do corpo de Robson? *Estava em uma balada com minha noiva.*
- Tens como provar isto? *Sim, pois além da noiva , havia mais colegas da universidade.*
- Tem mais alguma coisa a relatar? *Não, mas estarei ao seu dispor quando o senhor necessitar.*

Mariana – noiva de Jéferson

- Você conhecia Robson? *Sim, da faculdade.*
- E eram amigos? *Não, porém um dia ele se declarou a mim, dizendo que estava apaixonado E eu ingenuamente contei ao seu noivo, que ao saber foi conversar com Robson sobre o acontecido.*
- Quando foi isto? *Aproximadamente há um ano.*
- Depois disso, tiveram mais algum encontro? *Não.*
- Sabes dizer se seu namorado voltou a procurá-lo? *Acho que não, pois depois da discussão que eles tiveram, ele se afastou de mim.*
- Onde você estava na noite que antecedeu o encontro do corpo de Robson? *Estava em uma balada com meu noivo.*
- Tens como provar isto? *Sim, pois além do meu noivo , havia mais colegas da universidade.*
- Tem mais alguma coisa a relatar? *Não, mas estarei ao seu dispor quando o senhor necessitar.*

Marta – namorada da vítima

- Você conhecia a vítima? *Sim, a aproximadamente 3 anos, mas estamos namorando à 6 meses*
- Onde você estava na noite do crime? *Estava em um bar com as amigas*
- Tens álibi que comprove o que estás dizendo? *Sim, apenas perguntar para Paula e Maria, amigas que estavam comigo. Ah também o garçom.*
- Você foi vista entrando e saindo da casa de Robson aproximadamente 24 horas antes do corpo ser encontrado. Confirma? *Sim, é verdade.*
- À que horas você chegou à casa de Robson? E quando saiu de lá? *Aproximadamente às 04:00 do dia anterior ao corpo ser encontrado e saí uns 20 minutos depois.*
- Você não tem medo de andar sozinha, num bairro perigoso e tão tarde da noite? *Sou medrosa, mas estava com tanta raiva e havia bebido muito que perdi a noção do perigo.*
- O que você fazia às 4 horas da manhã, na casa de Robson e porque foi embora 15 minutos depois? *Fui lá tirar satisfação do meu namorado, pois minhas amigas falaram que viram ele passeando com uma garota “loira” no parque.*
- Ao verificarmos o celular de Robson, vimos que você havia enviado uma mensagem a ele, recordas o que escreveu na mensagem??? *Não recordo bem, mas lembro que escrevi que estava muito chateada. Foi um ato de loucura, pois não acreditava que ele fosse capaz de fazer isto comigo, estava fora do meu juízo.*
- Tem algo mais à dizer??? *Não.*
- Não saia da cidade, a qualquer momento poderá ser convidada a prestar mais esclarecimentos.

Júlia – uma amiga

- Você conhecia a vítima? *Sim*
- Há quanto tempo o conhecia? *Há 2 meses, num evento da Universidade e nos tornamos amigos*
- Onde você estava na noite do crime? *Estava na universidade e depois saí pra balada*

- Tens álibi que comprove o que estás dizendo? *Sim, pois havia mais colegas da Universidade comigo que podem confirmar o que estou dizendo.*
- Você foi vista entrando e saindo da casa de Robson aproximadamente 24 horas antes do corpo ser encontrado. Confirma? *Sim, passei por lá*
- A que horas você chegou a casa de Robson??? E quando saiu de lá ??? *Um tempo depois de ter terminado a aula na universidade, fiquei uns 45 minutos por lá.*
- E o que uma mulher, a esta hora, estaria fazendo num bairro tão perigoso, na casa de um amigo? *Fui convidá-lo para ir a balada com a turma, mas ele não quis, estava muito cansado.*
- E porque não ligou, convidando-o? *Até tentei, mas seu celular estava desligado, o mesmo estava sem bateria, até falei a ele que havia tentado ligar.*
- Algo mais para dizer??? *Não.*
- Você poderá ser convidada para mais esclarecimentos, portanto não saia da cidade.

Júnior Carlos – vizinho

- Há quanto tempo o senhor mora aqui? *Aproximadamente 27 anos.*
- O senhor conhecia Robson? *Sim.*
- Há quanto tempo? *Desde que veio morar aqui, acho que uns dois anos e meio.*
- Costumava conversar com Robson? *Conversávamos pouco, pois ele sempre andava muito ocupado.*
- O que ele fazia, pois andava sempre ocupado? *Estudava muito, namorava e tinha o costume de tirar fotos. Vi o mesmo várias vezes com a câmera na mão, andando no parque.*
- O que ele costumava fotografar? *De tudo, era fã da natureza e creio que fazia isto como passa tempo.*
- Quando o viu fotografar pela última vez? *Acho que foi no último domingo, pois estava tomando chimarrão com minha esposa no parque e o vi por lá com a câmera.*
- Onde você estava no dia do crime? *Estava em casa.*

- Você viu alguma pessoa visitar Robson? *Sim, vi duas pessoas visitá-lo na madrugada do dia anterior ao corpo ser encontrado. Naquela noite apenas houve um tiroteio no bairro, mas isto acontece com frequência.*
- Estas pessoas vieram juntas? *Não, uma delas chegou mais cedo e acho que ficou por mais de uma hora, a outra chegou na madrugada, bem depois, mas ficou pouco tempo, esta parecia estar furiosa.*
- Recordas mais ou menos a que horas cada uma chegou? *Creio que a primeira, com cabelos ruivos chegou pela 01:00, não posso afirmar com certeza e a outra, com cabelos loiros, já era tarde, chegou muito alterada, acho que eram umas três e meia, quatro horas.*
- O que você fazia acordado a esta hora da noite? *Não estava me sentindo bem e por isto não conseguia dormir, e fiquei assistindo televisão.*
- Viu mais alguma coisa que pudesse nos ajudar nesta investigação? *Não, que me lembre. Apenas posso dizer que chamei a Polícia e os paramédicos, pois cheguei logo após dos gritos da Mãe do rapaz e não mexi em nada.*

Geraldo – vizinho

- Há quanto tempo o senhor mora aqui? *Uns 5 anos*
- Conhecia Robson? *Sim, desde que começou a estudar por aqui, aproximadamente de 3 anos.*
- Costumava conversar com Robson? *Pouco, porque trabalho de dia e Robson tem uma cultura diferente.*
- Mas de que cultura você está falando? *Sou mais caseiro e Robson é um cara que tem outros divertimentos.*
- Sabes me dizer que tipo de divertimentos? *ahhh, tirar fotos, por exemplo. Sempre que o vejo está com a câmera na mão.*
- O que o senhor fez na noite anterior ao corpo ser encontrado? *Estava em casa com minha família.*
- Viu algo suspeito nas proximidades da casa de Robson? *Não, apenas vi que Robson recebeu uma pessoa em sua casa. Também naquela noite houve um tiroteio neste bairro, mas isto já estamos acostumados.*

- Consegue descrever características deste indivíduo? *Olha, posso dizer que era um homem de 1,70m aproximadamente, não parecia ser gordo e tinha cabelos curtos. Não sei mais detalhes, pois estava escuro.*
- Teria possibilidade deste tiroteio ter sido próximo à casa de Robson? *Com certeza.*
- Sua casa já foi alvejada por um uma bala perdida alguma vez? *Sim, mas graças a Deus não atingiu ninguém.*

APÊNDICE 6 – Banco de dados das digitais

Nome: Amélia Forensics

Idade: 46 anos

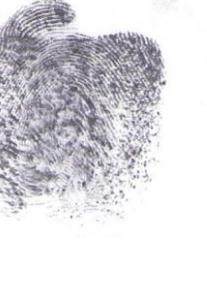
Altura: 1,65 cm

				
Polegar	Dedo indicador	Dedo médio	Anelar	Dedo mínimo

Nome: Ana Cláudia Schneider

Idade: 27 anos

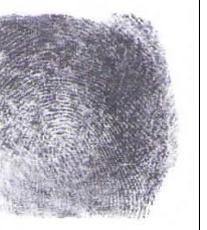
Altura: 1,72 cm

				
Polegar	Dedo indicador	Dedo médio	Anelar	Dedo mínimo

Nome: Armênio Casa Nova

Idade: 43 anos

Altura: 1,78 cm

				
Polegar	Dedo indicador	Dedo médio	Anelar	Dedo mínimo

Nome: Carlos Gomes dos Santos

Idade: 26 anos

Altura: 1,72 cm

				
Polegar	Dedo indicador	Dedo médio	Anelar	Dedo mínimo

Nome: Cibele Farias

Idade: 28 anos

Altura: 1,70 cm

				
Polegar	Dedo indicador	Dedo médio	Anelar	Dedo mínimo

Nome: Cristiane Azevedo

Idade: 30 anos

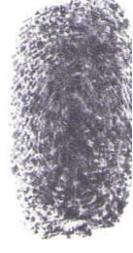
Altura: 1,73 cm

				
Polegar	Dedo indicador	Dedo médio	Anelar	Dedo mínimo

Nome: Daniela Ewald

Idade: 27 anos

Altura: 1,71 cm

				
Polegar	Dedo indicador	Dedo médio	Anelar	Dedo mínimo

Nome: Geraldo da Silva

Idade: 35 anos

Altura: 1,72 cm

				
Polegar	Dedo indicador	Dedo médio	Anelar	Dedo mínimo

Nome: Hortência Schmitt

Idade: 19 anos

Altura: 1,65 cm

				
Polegar	Dedo indicador	Dedo médio	Anelar	Dedo mínimo

Nome: Jéferson Duarte

Idade: 29 anos

Altura: 1,68 cm

				
Polegar	Dedo indicador	Dedo médio	Anelar	Dedo mínimo

Nome: Jheny Bohn

Idade: 22 anos

Altura: 1,57 cm

				
Polegar	Dedo indicador	Dedo médio	Anelar	Dedo mínimo

Nome: Júlia Soares

Idade: 24 anos

Altura: 1,60 cm

				
Polegar	Dedo indicador	Dedo médio	Anelar	Dedo mínimo

Nome: Junior Carlos Holmes

Idade: 56 anos

Altura: 1,74 cm

				
Polegar	Dedo indicador	Dedo médio	Anelar	Dedo mínimo

Nome: Jurley Freitas

Idade: 32 anos

Altura: 1,68 cm

				
Polegar	Dedo indicador	Dedo médio	Anelar	Dedo mínimo

Nome: Marta Junqueira

Idade: 26 anos

Altura: 1,67 cm

				
Polegar	Dedo indicador	Dedo médio	Anelar	Dedo mínimo

Nome: Robson Forensics

Idade: 24 anos

Altura: 1,90 cm

				
Polegar	Dedo indicador	Dedo médio	Anelar	Dedo mínimo

Nome: Virgínia Figueiredo

Idade: 25

Altura: 1,74 cm

				
Polegar	Dedo indicador	Dedo médio	Anelar	Dedo mínimo

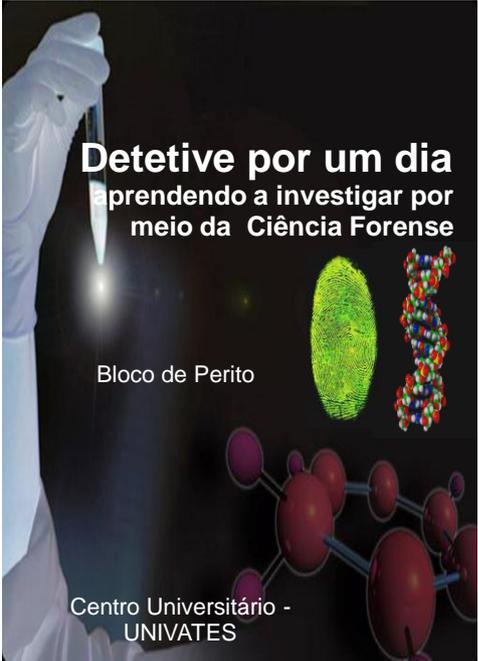
Nome: Yuk Nogueira

Idade: 18 anos

Altura: 1,76 cm

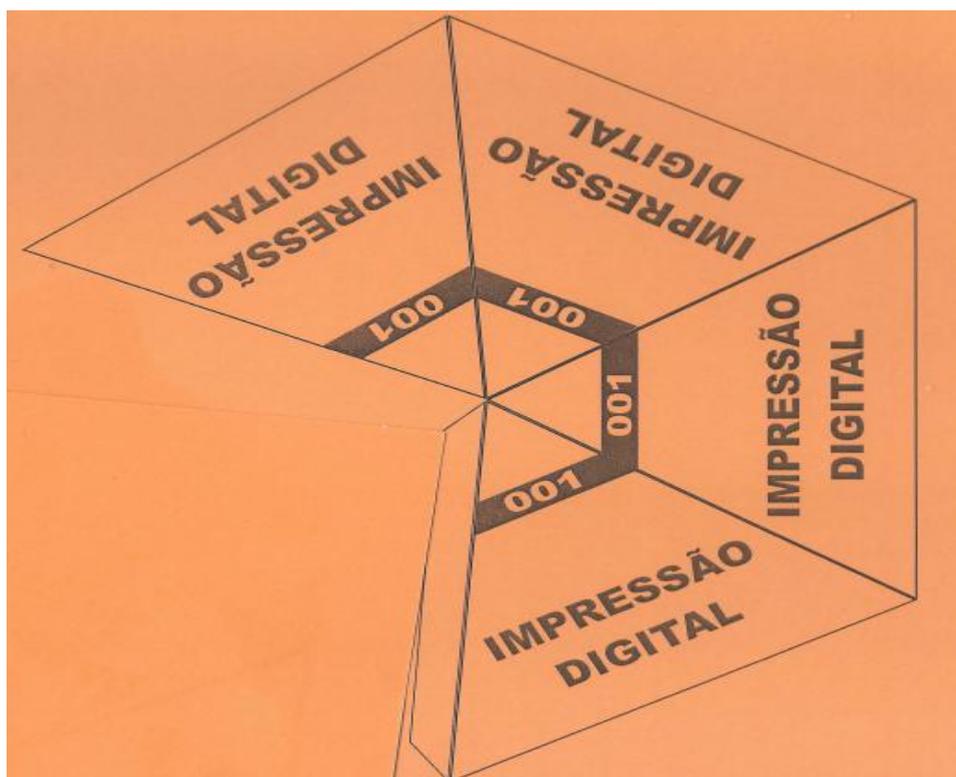
				
Polegar	Dedo indicador	Dedo médio	Anelar	Dedo mínimo

APÊNDICE 7 – Modelo dos blocos de detetive

Capa	Tipo de folhas internas
<p data-bbox="416 255 480 286">Capa</p>  <p data-bbox="288 443 663 546">Detetive por um dia Aprendendo a investigar por meio da Ciência Forense</p> <p data-bbox="304 667 464 698">Bloco de Perito</p> <p data-bbox="277 898 501 952">Centro Universitário - UNIVATES</p>	<p data-bbox="927 255 1214 286">Tipo de folhas internas</p> <p data-bbox="879 331 1254 362">DETETIVE POR UM DIA</p> <p data-bbox="815 412 1299 443">Investigador: _____</p> 
<p data-bbox="252 1048 632 1079">DETETIVE POR UM DIA</p> 	<p data-bbox="890 1048 1270 1079">DETETIVE POR UM DIA</p> 

DETETIVE POR UM DIA**DETETIVE POR UM DIA**

APÊNDICE 8 – Modelos das pirâmides de identificação das evidências



APÊNDICE 9 – Modelos das fichas de evidências

<p style="text-align: center;">DETETIVE POR UM DIA</p> <p>Balística </p> <p>Nº da evidência: _____</p> <p>Local/Objeto encontrado: _____</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p style="text-align: center;">DETETIVE POR UM DIA</p> <p>Pegada </p> <p>Nº da evidência: _____</p> <p>Local/Objeto encontrado: _____</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p style="text-align: center;">DETETIVE POR UM DIA</p> <p>Sangue </p> <p>Nº da evidência: _____</p> <p>Local/Objeto encontrado: _____</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p style="text-align: center;">DETETIVE POR UM DIA</p> <p>Impressão Digital </p> <p>Nº da evidência: _____</p> <p>Local/Objeto encontrado: _____</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

DETETIVE POR UM DIA

Outros



Nº da evidência: _____

Local/Objeto encontrado: _____

Observações: _____

APÊNDICE 10 – Modelo de ficha cadastral

FICHA CADASTRAL

Nome: Idade: Altura: Ligação com a vítima: RG: Naturalidade:	Colar a foto
-----------------------------------------------------------------------------	--------------

Polegar	Dedo indicador	Dedo médio	Anelar	Dedo mínimo

Álibis:

Indícios que levariam ao crime:
