

**MODELOS CAUSAIS DE ADOLESCENTES E DE ADULTOS  
PARA AS MUDANÇAS DE ESTADO E  
A TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA DA MATÉRIA.**

Marcelo Leandro Eichler

Tese apresentada  
como exigência parcial para obtenção de grau de Doutor em Psicologia,  
sob a orientação da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Léa da Cruz Fagundes  
e co-orientação da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Silvia Parrat-Dayan.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE PSICOLOGIA  
Curso de Pós-graduação em Psicologia do Desenvolvimento

Porto Alegre, Outubro, 2004.

Eu quero agradecer: aos colegas Marcelo (de Genebra), Thales, Susana, Tatiana, que muito me ajudaram na coleta de dados e nas transcrições das gravações; à relatora desta minha tese, Tânia Sperb, que acompanham toda minha jornada neste programa de pós-graduação com suas leituras sempre atentas e críticas; à José Claudio Del Pino, coordenador da Área de Educação Química, meu companheiro de projetos e de discussões sobre a educação química e, principalmente, meu amigo; minhas duas queridas e amáveis orientadoras, Sílvia Parrat-Dayan, que tão gentilmente me acolheu em Genebra, e Léa da Cruz Fagundes, que de forma tão paciente e compreensiva tem acompanhado a minha jornada desde o mestrado; e, finalmente, à CAPES pelas bolsas de doutorado e de estágio no exterior que me foram concedidas, que sem elas eu não teria conseguido concluir este trabalho.

**SUMÁRIO**

Lista de Figuras e Tabelas.	iv
Resumo	v
Abstract	vii
Capítulo I – Introdução.	9
1.1 – A inter-relação dos conhecimentos.	10
1.2 – Algumas reflexões sobre a química.	12
1.3 – O modelo piagetiano para a teoria do conhecimento.	23
1.4 – Estudos piagetianos sobre modelos corpusculares na interpretação da realidade física.	30
1.5 – Expandindo os domínios do modelo piagetiano: estudos sobre o pensamento operatório, em adolescentes e em adultos, sobre mudança de estado e transformação química da matéria.	38
Capítulo II – Metodologia.	64
2.1 – Delineamento e procedimento.	70
2.2 – Estudos 1 e 2: mudanças de estado da matéria.	71
2.3 – Estudos 3 e 4: transformação química da matéria.	77
2.4 – Análise dos dados das entrevistas clínicas.	79
Capítulo III – Resultados e discussão.	80
3.1 – Estudos sobre as mudanças de estado da matéria.	81
3.1.1 – Primeiro estudo: mudanças de estado do éter.	81
3.1.2 – Segundo estudo: mudanças de estado do iodo.	134

3.2 – Estudos sobre a transformação química da matéria.	182
3.2.1 – Terceiro estudo: solubilidade e precipitação de sais inorgânicos.	182
3.2.2 – Quarto estudo: reatividade de metais com água e soluções ácidas.	242
Capítulo IV – Conclusões.	319
4.1 – Os modelos causais sobre a mudança de estado da matéria.	319
4.2 – Os modelos causais sobre a transformação química da matéria.	330
4.3 – Considerações gerais	342
Referências bibliográficas	351
Anexo A (Consentimento informado)	361

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Desenhos que representam o modelo de transporte contínuo da matéria de um balão ao outro.	74
Figura 2 – Desenhos que representam o modelo de transporte descontínuo da matéria de um balão ao outro através da dilatação dos corpúsculos.	75
Figura 3 – Desenhos que representam o modelo de transporte descontínuo da matéria de um balão ao outro através da separação dos corpúsculos.	76
Figura 4 – Esquema de transformação física desenhado pelo sujeito NJI.	132
Figura 5 – Esquema de transformação física desenhado pelo sujeito ROB.	133

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Distribuição das categorias em adolescentes e adultos para as mudanças de estado do éter.	319
Tabela 2 – Distribuição das categorias em adolescentes e adultos para as mudanças de estado do iodo.	320
Tabela 3 – Distribuição das categorias em adolescentes e adultos para a solubilidade e a precipitação de sais inorgânicos.	330
Tabela 4 – Distribuição das categorias em adolescentes e adultos para a reatividade de metais com água e soluções ácidas.	331

## RESUMO

O papel da experiência física na construção do conhecimento foi destacado por Piaget, entre outros, em seus estudos sobre a conservação das quantidades físicas e sobre as explicações causais. Nos primeiros, evidenciou-se o surgimento da noção de atomismo na criança e a defasagem (*décalage*) na conservação da noção de volume (que envolve a coordenação das noções de conservação da substância e do peso) em experiências como a dissolução do açúcar em água. Os segundos permitiram postular a utilização, à época do pensamento operatório, de esquemas de cerrar/descerrar na explicação de diferentes mudanças de estado físico.

Nesta pesquisa, de inspiração piagetiana, procurou-se estudar o funcionamento dos pensamentos operatório concreto e operatório formal na previsão, descrição e explicação de transformações físicas e de transformações químicas. Foram realizados dois estudos para cada uma dessas transformações. Em relação às transformações físicas foram estudadas: (i) as mudanças de estado físico do éter (ebulição e condensação) e (ii) as mudanças de estado físico do iodo (sublimação e cristalização). Em relação às transformações químicas foram estudadas as reações: (iii) de precipitação envolvendo duas soluções aquosas de sais inorgânicos e (iv) de corrosão de metais em contato com soluções ácidas.

Utilizou-se o método clínico para entrevistar 59 sujeitos. Sobre as transformações físicas, foram entrevistados 16 sujeitos adolescentes (com idades entre 11 e 15 anos) e 19 adultos (entre 18 e 46 anos). Os estudos com as transformações químicas contaram com a participação de 10 sujeitos adolescentes (entre 11 e 15 anos) e 14 adultos (entre 18 e 31 anos). As entrevistas foram transcritas em protocolos e, a seguir, submetidos ao escrutínio.

O escrutínio dos protocolos permitiu identificar diversos modelos causais utilizados por adolescentes e adultos na previsão, descrição e explicação das transformações físicas e químicas. Os modelos identificados envolveram desde a utilização de noções animistas e substancialistas, nos modelos mais simples, até a articulação dos esquemas corpusculares e de seu componente cinético, no modelo mais avançado.

Esses modelos apresentam coerência lógica interna e um mesmo sujeito pôde ter usado diferentes modelos durante a entrevista, oscilando entre um e outro. A multiplicidade dos modelos mobilizados pode sugerir que alguns domínios da

experiência física necessitariam outros tipos de conservação, como: (i) a da natureza da matéria na mudança de estado do iodo e (ii) a da massa global nas reações químicas. Essas conservações podem ser consideradas mais abstratas que as conservações de substância, peso e volume, pois as subsume. Isso, portanto, poderia justificar as dificuldades apresentadas pelos sujeitos na interpretação dos fenômenos estudados.

## ABSTRACT

The role of physical experience in knowledge building was emphasized by Piaget, among others, in his studies on both conservation of physical quantities and on causal explanations. The studies on conservation of physical quantities with experiments such as the dissolution of sugar in water showed the emergence of the notion of atomism in the child as well as the *décalage* in the conservation of the notion of volume - which involves coordination between the notions of conservation of substance and weight. Likewise, the studies on causal explanation allowed to postulate at the time of the operational reasoning the use of close/disclose schemes in the explanation of different physical state changes.

Inspired by Piaget's work, this research aimed to study the functioning of concrete and formal operational reasoning to anticipate, describe and explain physical and chemical changes. Two studies for each kind of change were carried out. Regarding physical changes, both ether physical change of phase (boiling and condensation) and iodine physical changes of phase (sublimation and crystallization) were studied. With regard to chemical changes, reactions of precipitation involving two aqueous solutions of inorganic salts as well as metal corrosion were investigated.

The clinical method was employed to interview 59 individuals. In the studies on physical changes, 16 teenagers (aged between 11 and 15) and 20 adults (aged between 18 and 46) were interviewed. The studies on chemical changes counted with 10 teenagers (aged between 11 and 15) and 14 adults (aged between 18 and 31). The interviews were transcribed in protocols before being analyzed.

The analysis of the protocols allowed the identification of various causal models employed by teenagers and adults in anticipating, describing and explaining physical and chemical changes. The identified models comprised models from the employment of animist and substantialist notions, in the simpler model, to the articulation of corpuscular schemas and its kinetic component, in the more advanced model.

Those models present internal logical coherence and an individual could have used different models during the interview, oscillating from one model to another. The diversity of models that were demonstrated can suggest that some domains of physical experience would require other kinds of conservation, such as (i) the nature of matter in the iodine change of phase and (ii) net mass in the chemical reactions. In this sense, those conservations can be considered more abstract than the conservation of substance,



weight and volume, since the earlier subsumes the latter. Therefore, this aspect could explain difficulties found by the individuals in the interpretation of the studied phenomena.

## CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

A comparação de uma investigação de doutorado com a contínua revisão de um instrumento ótico, no sentido de melhor orientar o seu foco, é trivial. Justamente por isso a utilizo, pois o que se quer fazer na abertura desta introdução é apenas relatar algumas das reavaliações feitas nos últimos três anos.

Ao início do doutorado eu tinha um plano mais ambicioso, de título pomposo: “A psicogênese de noções químicas fundamentais”. Assim mesmo, sem dizer que noções e com a presunção de que em um simples trabalho de doutorado, por mais apoio e financiamento que eu pudesse receber, eu conseguisse propor a psicogênese de mais de uma noção química. Talvez isso tenha sido um reflexo da ansiedade que trouxe de meu mestrado. Hoje isso me parece muito mais um plano de pesquisas futuras, a seguir pelo curso de minha carreira acadêmica, talvez por um bom punhado de anos.

À época da elaboração de meu projeto para o estágio no exterior, nos *Archives Jean Piaget*, orientei um pouco mais o foco e quis estudar “A gênese de noções químicas fundamentais: estado desorganizado da matéria e transformação químicas”. A idéia de estudar a própria gênese do conhecimento químico ainda persistia, ou seja, eu admitia que iria entrevistar jovens crianças sobre duas noções fundamentais à química. Entretanto, dessa vez eu destacava quais seriam as noções em tela.

Finalmente, durante o estágio em Genebra, faço novo ajuste de foco, tem-se o projeto de que gerou esta tese. Além do que está descrito em outras seções dessa Introdução, de onde se pode inferir o porquê desse meu último ajuste, há uma aproximação de interesses com o escopo do trabalho que é realizado na Área de Educação Química, do Instituto de Química, da UFRGS, onde desenvolvo a maior parte de minhas atividades acadêmicas. A linha mestra desse grupo de investigação e de ação pedagógica está relacionada à formação inicial e continuada de professores de química. Ou seja, em sua maioria, os sujeitos aos quais nos dirigimos são adultos. Cabe registrar que, por nossa experiência empírica, esses sujeitos, apesar de formados ou em formação em química, muitas vezes, apresentam as mesmas dificuldades que sujeitos considerados leigos na explicação do comportamento químico de certas substâncias ou sistemas.

### 1.1) A inter-relação dos conhecimentos.

Um pesquisador que estuda Jean Piaget, para dizer o mínimo, depara-se com a amplitude, a vastidão e a profundidade de sua obra. Ela é ampla pela diversidade de domínios do conhecimento em que ele escreveu. É vasta pela quantidade de livros e artigos que produziu em mais de sessenta anos de atividade intelectual. É profunda pela análise e pela síntese de conhecimentos científicos e filosóficos que empreende.

Uma característica bastante forte e profícua em sua obra é a busca de inter-relações de conhecimentos. Neste início de introdução, destaca-se o seu interesse pelo sistema das ciências. No volume que organizou para a Enciclopédia da Pléiade, *Lógica e Conhecimento Científico*, Piaget (1967b) aborda a questão do sistema e da classificação das ciências, um assunto que interessou a muitos pensadores, como Aristóteles, Bacon, Ampère e Comte, apenas para citar alguns sobre os quais ele discorre, e para o qual, mais recentemente, surgiram interpretações no campo profissional das ciências da informação (Vickery, 1980).

Nessa oportunidade, Piaget retoma idéias que ele propusera anteriormente e reitera que o sistema das ciências apresenta uma estrutura de ordem necessariamente cíclica, irreduzível a qualquer forma linear. Nesse sistema, ele distingue quatro conjuntos de ciências, amplos:

- I) as ciências lógico-matemáticas;
- II) as ciências físicas;
- III) as ciências biológicas; e
- IV) as ciências psico-sociológicas (compreendendo a lingüística, a economia, etc.).

Entre esses conjuntos haveria uma ordem de implicação, que poderia ser descrito pela circularidade:  $I \rightarrow II \rightarrow III \rightarrow IV \rightarrow I$ . Haveria, ainda, a possibilidade de interações internas ( $IV \leftrightarrow II$  e  $I \leftrightarrow III$ ). Deve-se ressaltar que, para Piaget, essa circularidade não é fechada, mas sim une os movimentos espiral e helicoidal, em um vórtice: “tal círculo não tem nada de vicioso pois ele não se fecha jamais, ele percorre aumentando a cada volta o nível de conhecimentos: o processo efetivo é, então, aquele de uma subida em espiral ou, se se prefere, de uma marcha dialética” (p. 1224).

Em sua sistematização, a natureza das relações entre um conjunto de ciências e outro pode ser evidenciada através dos graus de filiação e de dependência que existiriam entre elas. As relações de dependência seriam as mesmas de conjunto para conjunto de ciência, de ciência para ciência dentro de um mesmo conjunto e, finalmente, de um

capítulo particular para outro em uma mesma ciência. Dessa forma, supondo a hipótese de uma ordem no círculo das ciências, Piaget distingue seis tipos de relações de dependência entre disciplinas científicas:

1. Redução unilateral de uma ciência ou teoria causal a uma outra.
2. Redução por interdependência de ciências ou teorias causais.
3. Colocação em correspondência de um sistema causal com um sistema implicativo até à assimilação do primeiro ao segundo.
4. Colocação em correspondência de um sistema causal com um sistema implicativo até uma pesquisa de “isomorfismo”.
5. Interdependência entre dois sistemas implicativos por abstração reflexionante.
6. Redução entre dois sistemas implicativos por axiomatização.

Conforme entende Piaget, esses critérios permitem interpretar as ciências em relação as suas dependências dinâmicas, isso que dizer, “olhando a ciência que se faz e se transforma e não somente a ciência já constituída e codificada. Não considerando apenas aquelas dependências, (...), que se marcam ao grau de generalidade: as matemáticas se aplicam a todas as ciências ulteriores em escala linear; a física se aplica à química e à biologia mas não às matemáticas; à química se aplica à biologia, etc., mas nem à física, nem à matemática, etc.” (p. 1185).

O esquema de circularidade entre as ciências e os diferentes tipos de relação de dependência foi aplicado, por exemplo, para prognosticar o futuro da psicologia (Piaget, 1966). Nesse sentido, Piaget discorre sobre as relações entre:

- a) a lógica e as ciências psico-sociológicas;
- b) as ciências matemáticas e as psico-sociológicas;
- c) as ciências lógico-matemáticas e as ciências físicas;
- d) as ciências físicas e as ciências biológicas; e
- e) as ciências psico-sociológicas e as ciências biológicas.

Nesta tese, obviamente, esse assunto não está diretamente em pauta. Ele está sendo utilizado para mostrar um pouco do estranhamento que um químico pode ter ao se deparar com a obra piagetiana, que apesar da amplitude, vastidão e profundidade, muito pouco contemplou as questões relacionadas ao fenômeno químico. Alguns, pouquíssimos, exemplos podem ser citados.

Nesse artigo sobre o futuro da psicologia, ao mostrar um pouco das possíveis relações da química com a psicologia, Piaget (1966) faz o que hoje parece um exercício

da obviedade: “no que se relaciona às ciências físicas, elas já deram à psicologia muito mais do que geralmente se lembra. Há, é claro, o aspecto menor, tais como a contribuição da química ao estudo das reações mentais modificadas pelas ‘drogas’” (p. 3; grifos do autor).

Em outro lugar, quando comenta sobre a natureza da epistemologia e de seus métodos (Piaget, 1967a), exemplificando o método histórico-crítico pelos trabalhos de Emile Meyerson sobre o alcance epistemológico dos princípios de conservação, ele sugere:

“o recurso à história é um complemento indispensável da análise formalizante: a ver, por exemplo, de que forma Lavoisier (que se sabe o quanto sua obra renovadora coloca acento sobre a experiência) postulou a conservação do peso [na verdade, massa] nas transformações químicas antes de fazê-lo objeto de uma verificação direta e independente, pode-se somente dar razão à E. Meyerson em suas teses essenciais: a dedução estrutura o real sobre o qual se dá a experiência, em lugar de apenas descrever fora do tempo os resultados dessa, à maneira de uma simples linguagem, e por conseqüência a dedução joga um papel essencialmente explicativo que ultrapassa a pura legalidade ou constatação generalizada” (p. 110).

Finalmente, voltando ao capítulo em que aborda a circularidade das ciências, Piaget (1967b) faz uma rápida alusão entre as relações dentro de um mesmo conjunto de ciências e sugere: “é interessante saber como as leis físicas se “aplicam” à química, pois essa “generalidade” relativa se transformou em uma “redução por interdependência” (nosso segundo processo), enquanto que a aplicação das matemáticas à física parece ser de uma outra natureza” (grifos do autor; p. 1186).

Segundo o que se propõe nesta tese, os conhecimentos em química ou os entendimentos sobre o fenômeno químico podem trazer novas questões à obra piagetiana, fazendo necessárias novas reelaborações. Antes que isso seja abordado, cabe tratar um pouco sobre a química, esse conhecimento tão desconhecido pelos não-iniciados, ou inclusive por eles. Esse é o tema da próxima seção.

### 1.2) Algumas reflexões sobre a química.

Entre os químicos é corriqueiro considerar a química uma ciência central (Atkins, 1999; Good, 2001; Hill e Kolb, 1995). A química não é útil apenas para ela

mesma, é também fundamental para outras disciplinas científicas (Hill e Kolb, 1995). Por exemplo, a biologia tem sido revolucionada pela aplicação dos princípios químicos. A psicologia, também, tem sido profundamente influenciada pela química, podendo ainda ser mais radicalmente alterada à medida que se revele a química do sistema nervoso. A importância da química também pode ser descrita pela sua incrível produção bibliográfica, a maior entre todas as áreas do conhecimento (Schummer, 1999).

No entanto, a importância e a centralidade que a química tem em relação a outras disciplinas ou áreas de pesquisa não parecem ter muitos reflexos na filosofia. Conforme Scerri e McIntyre (1997), a literatura filosófica em qualquer aspecto da química é extremamente esparsa, especialmente quando se considera que a física, a química e a biologia são o triunvirato dominante nas ciências naturais. Esses autores chegam inclusive a postular que o conjunto de questões que poderiam ser naturalmente associados à “filosofia da química” tem sido radicalmente ignorado.

Psarros (1998) tenta responder o motivo do isolamento da filosofia da química em relação à filosofia da ciência. Uma das razões seria o fato da maioria dos químicos sustentar alguma forma de um realismo científico ingênuo, que imputa aos objetos das teorias químicas - como moléculas, átomos e estruturas - a condição de “partes constituintes do mundo”. De outra parte, embora dois dos mais influentes filósofos da ciência - Emile Meyerson e Gaston Bachelard - fossem treinados em química, percebe-se que nos círculos filosóficos a visão predominante é que a química não provê o campo para o florescimento de típicas discussões filosóficas.

Portanto, a maioria dos filósofos da ciência acredita que a química poderia ser perfeitamente reduzida à física. Assim se costuma pensar que a filosofia da química poderia ser, também, perfeitamente reduzida à filosofia da física (Scerri e McIntyre, 1997).

Segundo Scerri (2000b), a química não traria nenhum interesse fundamental para a filosofia porque não teria “grandes idéias”, comparáveis à mecânica quântica e a relatividade, em física, ou a teoria de Darwin, na biologia. Além disso, dada à relativa falta de interesse pelos experimentos, como opostos à teoria, não é surpreendente que os filósofos tenham tendido a ignorar essa ciência muito experimental, a química

A redução de uma dada disciplina para a física, conforme postula Mosini (1994), requer que: a) as leis da disciplina reduzida sejam derivadas desde as leis da física; b) os termos descritivos da disciplina reduzida estejam conectados aos termos da física. Essas condições mostram que a redução contém tanto um aspecto epistemológico, quanto um

ontológico. Assim, uma vez que o reducionismo ontológico não acarretaria o reducionismo epistemológico, a autora entende que a importância da discussão do reducionismo em química não deve ser subestimada.

Nesse sentido, o aparente sucesso da mecânica quântica em prever parâmetros atômicos e moleculares de relevância química - como os potenciais de ionização, as energias de ligação e os momentos de dipolo - teria disseminado a visão que a química seria totalmente reduzida à física (Mosini, 1994).

No seio da prática científica, Bunge (1982) pondera que as opiniões sobre a redutibilidade da química à física estão divididas. Ele exemplifica. Se se perguntar isso a um químico experimental, ou a um químico teórico clássico, ele provavelmente responderá negativamente. Argumentando pela autonomia da química, ele pontuará que sua ciência tem conceitos peculiares, como ligação química e reação química. Também têm suas demonstrações legais particulares, como as equações das reações, e suas próprias técnicas experimentais, como a titulação e a cromatografia.

Em contrapartida, se se fizer a mesma questão a um químico teórico quântico, ele possivelmente responderá afirmativamente. Defendendo a redução da química à física, seja atual ou possível, ele poderia expor que a teoria das moléculas é uma aplicação da mecânica quântica para sistemas compostos de núcleo e elétrons (ou de átomos, se se adota uma outra abordagem). Através dessa compreensão, a teoria das reações químicas seria uma aplicação da teoria em mecânica quântica para a dispersão e para a colisão de átomos e de moléculas. Então, quando perguntado o motivo da química quântica ter se desenvolvido tão vagarosamente na última metade do século passado, ele provavelmente responderá que isso é apenas uma questão de disponibilidade computacional - tempo de processamento e custo da tecnologia - , pois “em princípio”, matematicamente, o problema já foi solucionado.

Nessa última posição se alinha Mosini (1994), citando a eletronegatividade como um exemplo da redução eliminativa de um conceito químico. A autora pondera que, ainda hoje, as reações químicas são previstas e explicadas baseadas em considerações da química clássica apenas devido às dificuldades computacionais. Ao contrário de crenças adesões como essa, é possível verificar que, ao presente momento, ainda se discute modelos para utilizar a equação de Schrödinger, uma das principais ferramentas da química quântica, no cálculo de simples reações químicas bimoleculares (Nyman e Yu, 2000; Gribov e Maslov, 2000). Ora, reações químicas de interesse para

os químicos, normalmente, possuem interações muito mais complexas do que as estabelecidas entre dois compostos moleculares diferentes.

Bunge (1982) argumenta que há um pouco de verdade em cada uma das posições. Isso porque, como mostra em seu artigo, os químicos lidam com coisas, chamadas sistemas químicos, que os físicos normalmente não estão ainda interessados. É evidente que os químicos fazem isso com a ajuda da física, mas a química é independente dessa ciência. Finalmente, a física não é o suficiente para a química. Para resolver qualquer problema químico é necessário enriquecer a física de conceitos e hipóteses que são peculiares à química.

Não é à toa, portanto, que a crítica aos reducionismos seja um consenso entre os filósofos da química (Del Re, 1998 e 2000; Psarros, 1995, 1998 e 2000; Scerri, 1999, 2000a e 2000b; Scerri e McIntyre, 1997; Schummer, 1997, 1998a, 1998b e 1999; van Brackel, 1997). De início se assume que pode haver alguma relação ontológica entre a química e a física (Mosini, 1994), mas se rejeita a redução epistemológica da química à física e suas conseqüências explicativas (Scerri e McIntyre, 1997). É possível distinguir a “redução quantitativa” da química e aquilo que se pode chamar de “redução conceitual”. Por redução conceitual se entende reduzir conceitos químicos tais como composição, ligação e estrutura molecular. Porém, essa forma de redução não é mesmo possível em princípio para a maioria dos conceitos por eles mesmos. Os conceitos de composição, ligação e estrutura molecular não podem ser expressos exceto em nível químico e não podem ser reduzidas inclusive as mais atuais e fundamentais descrições da física como, por exemplo, a mecânica quântica.

Alguns desses conceitos, entre outros, foram analisadas por van Brackel (1997) quando ele centrou foco sobre a ciência macroscópica das substâncias e de suas transformações. Em sua análise avaliou que noções macroscópicas como substância química, equilíbrio e temperatura não podem ser reduzidos à microfísica, cuja definição inclui a física estatística, atômica e de partículas, além da mecânica quântica. No entanto, ressalva que seu argumento contra a redução da química e da termodinâmica à microfísica não pretende enfraquecer a realidade de quaisquer entidades microfísicas.

Conforme Del Re (1998), a física teórica tende a ignorar os níveis intermediários e tenta representar todos os sistemas como consistindo de partículas elementares, ou de quase-partículas. Ele traz dois argumentos em relação ao nível da complexidade. No primeiro, supõe que a coleção de todos os níveis situados abaixo do qual dada coisa aparece como uma unidade é essencial para uma completa descrição de sua realidade.



No segundo, entende que, a cada nível diminuído, a informação atual em dado objeto é parcialmente latente e indeterminada. Portanto, ele argumenta contra o reducionismo ao compreender que a realidade dos níveis superiores não pode ser completamente predita, a menos que sejam conhecidos os processos por que as suas partículas elementares são postas juntas e a natureza das propriedades emergentes. Na química, o autor contextualiza esses argumentos criticando o reducionismo para os modelos orbitais das propriedades dos materiais, da estrutura das substâncias químicas e de suas transformações. Em Scerri (2000a e 2000b) também se encontra a crítica ao realismo do orbital.

Porém, não se quer dizer que não haja compreensões reducionistas em química ou que elas sejam impróprias ou excêntricas. De acordo com Schummer (1997), os programas fisicalistas procuram reduzir o comportamento do objeto e os fatores contextuais para as chamadas interações fundamentais: força eletromagnética, gravitacional e nuclear forte e fraca. Além do mais, esses programas buscam uma teoria da interação unificada. Assim, as intenções fisicalistas são pragmaticamente desinteressantes para os químicos. Entretanto, alguns programas reducionistas particulares são mais ou menos bem sucedidos entre os químicos: 1) a redução das propriedades ecológicas e biológicas para as propriedades químicas dos elementos de sistemas ecológicos e biológicos; 2) a redução das propriedades químicas para propriedades eletromagnéticas de certas entidades teóricas; 3) a redução das propriedades mecânicas, termodinâmicas e eletromagnéticas em termos das propriedades eletromagnéticas de certas entidades teóricas.

Além disso, van Brackel, (1997) aponta que a questão ampla “pode a química ser reduzida à física?” é muito mais um slogan que uma expressão significativa. Não seriam muito claras as maneiras de delinear e separar a química da física. Exemplos dessa dificuldade podem ser encontrados em questões sobre a físico-química ou sobre os métodos de separação mecânica e física em química ou em engenharia química. As chamadas “operações unitárias” em engenharia química tradicionalmente são separadas em: operações mecânicas (como a trituração do carvão), operações físicas (como a secagem de grânulos de polímeros) e operações químicas (envolvendo reações químicas). Entretanto, qualquer reação química é dependente do fenômeno de transporte físico de massa, de calor e de momento.

De acordo com Schummer (1997), se a redução da química à física não é possível, então nos deparamos com a tarefa filosófica de selecionar entre as alternativas atuais qual é a mais peculiar à química.

Segundo Scerri (2000a), alguns filósofos defendem a desunião ontológica entre as ciências. Entre eles, talvez, o mais proeminente seja Patrick Suppes. Essa corrente seria um resultado do trabalho de Thomas Kuhn e de seu entusiasmo inicial, pelo menos, pela existência de paradigmas distintos e pela falta de unidade mesmo entre as mudanças de teoria. No entanto, o debate teria se movido um pouco em relação às idéias iniciais de Kuhn. Alguns dos proponentes da tese da desunião têm se aproveitado para clarificar o presente debate entre realistas e relativistas. De acordo com o ponto de vista da desunião, não apenas as teorias de ciências particulares não podem ser reduzidas à teoria das partículas fundamentais, é preciso ir além. Essa falha deve ser interpretada como um indício de que as ciências são ontologicamente desunidas. Suppes, inclusive, estende a irredutibilidade, enfatizando a desunião ontológica entre a química quântica e a mecânica quântica.

A escala em que o fenômeno ocorre deve ser levada em consideração. Há muito tempo Bachelard (1938/1996b) já advertia que o apego à experiência comum, tomada em nossa ordem de grandeza, entrava o pensamento científico contemporâneo. Ele compreendia que os cientistas não deveriam impor em toda parte a legalidade da ordem de grandeza costumeira, fazendo os mesmos juízos experimentais do pequeno para o grande, e do grande para o pequeno. Ele indicava a necessidade de se refazer as construções científicas quando se abordassem novos domínios.

Del Re (2000) aprofunda e explicita a questão ontológica associada à noção de escala. Conforme pondera, um mundo físico consiste de objetos (sistemas físicos) mais ou menos independentes, mas claramente distinguíveis uns dos outros. Ele cita exemplos concretos desses objetos, postos em ordem decrescentes de escala: uma nuvem intergaláctica; o planeta Marte; o Oceano Pacífico; o ecossistema da Floresta Negra; *uma coruja, o ser humano, o coração de um leão, uma abelha*; um ácido microscópico; uma molécula de DNA; um fóton. Esses objetos pertencem a diferentes campos de investigação e eles são estudados por diferentes disciplinas. Em itálico estão exemplos que pertencem ao nível da realidade de acesso direto. Nesse nível, o ser humano pode ver, tocar, cheirar, ouvir e, algumas vezes, saborear, ou fazer isso tudo em conjunto. Dessa maneira, a desunião ontológica estaria relacionada às diferentes escalas em que se dão os fenômenos que são estudados cientificamente.

Schummer (1999) sugere que, do ponto de vista da filosofia da ciência, é difícil de entender do que a química trata. Isso seria, em parte, devido aos conceitos unilaterais dos filósofos da ciência que têm sido propagados durante os séculos passados. Eles simplesmente confundiram uma pequena área da física com o todo da ciência ou, para ser mais correto, com a profusão de disciplinas científicas. Ele pondera que compreender o mundo em termos de teorias universais é certamente um objetivo nobre. Entretanto, esse não é o único para as ciências e para a maioria dos campos isso não é mesmo possível. A química, por exemplo, é entendida como uma ciência de classificação dos materiais que trabalha com métodos experimentais, possuindo algumas singularidades ontológicas, epistemológicas e metodológicas quando comparada com outras ciências (Schummer, 1997).

Finalmente, quando se propõem a estudar a filosofia das ciências químicas é a realização do racional na experiência química que se tem de esclarecer (Bachelard, 1934/1996a). Nesse caso, além das interpretações dos filósofos em química, os educadores em química (Campos e Silva, 1999; Janiuk, 2001; Johnstone, 2000; Lopes, 1994; Maldaner e Piedade, 1995; Nelson, 2002 e 2003; Oliveira, 1995; Oliveira e Santos, 1998; Paixão e Cachapuz, 2000; Rosa e Schnetzler, 1998) também têm algo a dizer.

Desde Lavoisier a química tem sido vista como a ciência que estuda as substâncias e suas propriedades (Oliveira, 1995). O estudo dessa ciência está associado à concepção de fenômeno, com a conseqüente diferenciação de fenômeno químico e de fenômeno físico (Lopes, 1994). Entre os químicos, há um razoável consenso de que o cerne da ciência química é perceber, saber falar sobre e interpretar os fenômenos físico e químico relacionados às transformações químicas da matéria (ou das substâncias) (Maldaner e Piedade, 1995). Portanto, é possível entender por química, não apenas um conjunto de técnicas de manipulação e produção de materiais, mas sim uma ciência que articula planos de investigação empírica a modelos explicativos racionais (Oliveira e Santos, 1998).

Nessa direção a química depende de um diálogo constante entre razão e empiria, entre teoria e prática, a razão se aplicando à experimentação e sendo dialeticamente retificada por esta (Oliveira, 1995).

De acordo com Schummer (1998a), a química é a mais geral das ciências dos materiais, no sentido que ela provê o mais geral dos sistemas conceituais. Diferente da mineralogia, metalurgia, farmácia, e da profusão de subdisciplinas aplicadas da química

(como a química dos polímeros, da cerâmica e magnética) os conceitos da química geral são aplicáveis em relação a todos os objetos empíricos. Nesse sentido, existem duas notáveis características das propriedades materiais que ampliam um pouco os problemas epistemológicos: a dependência do contexto e a mudança (Schummer, 1998b). A mudança é de central importância especialmente em química, porque determinar uma reação química particular significa identificar a mudança da identidade química dos objetos.

A importância do contexto é algo intrínseco à química, pois o comportamento das espécies químicas é sempre relativo à outra espécie com que a interação é estabelecida (Campos e Silva, 1999). Bachelard (1940/1991) entendia que a própria definição de uma substância é, em determinados aspectos, função de uma vizinhança substancial. Dessa forma, em química, nenhum resultado experimental deveria ser enunciado de um modo absoluto, separando-o das diversas experiências que permitiram obtê-lo.

O contexto é, também, o aspecto central pelo qual as propriedades materiais são distintas. Cada tipo sendo caracterizado por focar um certo fator contextual: forças mecânicas (propriedades mecânicas, como elasticidade e viscosidade), condições termodinâmicas (propriedades termodinâmicas, como capacidade calorífica específica e ponto de fusão), campos eletromagnéticos (propriedades eletromagnéticas, como suscetibilidade magnética específica e coeficiente de absorção ótica), outras substâncias químicas (propriedades química, como capacidade de oxidação e solubilidade em um certo líquido), organismos biológicos (propriedades biológica e bioquímica, como DL<sub>50</sub> e efeito anestésico) e sistemas ecológicos (propriedades ecológicas, como o potencial de diminuição de ozônio e o fator do efeito estufa) (Schummer, 1998a).

As mudanças podem ser classificadas em relação (1) ao objeto que muda, (2) ao tipo ou dimensão da mudança e (3) a reversibilidade ou reprodutibilidade da mudança (Schummer, 1997). O conhecimento das propriedades dos materiais é feito através de alíquotas, por indução experimental. O químico explora as propriedades químicas (afinidade, reatividade, etc.) de uma substância levando uma certa quantidade dela a reagir com outra (Psarros, 2000). Secundariamente, o não comportamento em certos contextos, isso é, a não-reatividade com certos reagentes, por exemplo, são propriedades materiais também importantes (Schummer, 1998b).

A interpretação teórica e a elaboração de modelos explicativos também sugerem outras reflexões em relação à química. Laszlo (1995) sugere que a narração das

transformações das substâncias é dupla. Em um nível primário e fenomenológico há uma descrição macroscópica, em que se abordam as súbitas ebulições ou erupções, as precipitações ou o aparecimento de turvações numa solução límpida. Em um segundo nível, mais abstrato, as modificações observadas pelos nossos órgãos sensoriais, e pelos instrumentos que os ampliam, são projetadas à escala submicroscópica. A interpretação dos sinais de uma alteração submicroscópica passa a ser metafórica. Os fenômenos químicos são, então, explicados com base em modelos corpusculares (atômicos, iônicos e moleculares), envolvendo movimento e interação entre as partículas.

Átomos e moléculas pertencem a uma escala de realidade cujos objetos não podem ser percebidos pelos sentidos humanos. Dessa forma, como aponta Del Re (2000), nesse nível abstrato os objetos em nível do acesso direto suportam analogias para objetos não diretamente acessíveis aos nossos sentidos, servindo como ferramentas essenciais do pensamento científico.

O conhecimento em química compreende, finalmente, um outro nível, que lhe traz uma complicação adicional, podendo por isso ser considerada como um assunto difícil pelos estudantes. Conforme Johnstone (2000), essas dificuldades recaem tanto sobre a aprendizagem humana como sobre a natureza intrínseca de tal assunto. Os esquemas cognitivos para a formação da maior parte dos conceitos químicos são completamente diferentes daqueles do mundo “normal”. Isso porque se tem a adição de complicações de operações de pensamento em três níveis inter-relacionados do pensamento: o macroscópico e tangível, o submicroscópico (atômico e molecular) e o uso representacional de símbolos e equações matemáticas.

Rosa e Schnetzler (1998) explicitam tais níveis de conhecimento:

- a) nível descritivo e funcional (*macroscópico*): é o campo onde se pode ver e manusear materiais, analisar e descrever as propriedades das substâncias, por exemplo, em termos de cor, brilho, densidade e ponto de fusão, bem como observar e descrever suas transformações;
- b) nível simbólico (*representacional*): é o campo onde são representadas as substâncias químicas por fórmulas e suas transformações por equações. Essa seria a linguagem sofisticada do conhecimento químico; e
- c) nível explicativo (*submicroscópico*): é o nível onde se invocam os corpúsculos (íons, átomos, moléculas e suas estruturas), que permitem um quadro mental para racionalizar os níveis descritivos mencionados acima.

Conforme Janiuk (2001), o atual conhecimento de química, e das mudanças de fase da matéria, requer uma combinação simultânea do que pode ser visto (nível macroscópico) e o que deve ser imaginado para explicar o que pode ser visto (nível submicroscópico). Entretanto, é preciso ressaltar que muitos dos conceitos da química não têm exemplos ou atributos perceptíveis, o que proveria dificuldades adicionais na aprendizagem e no entendimento dos sujeitos. Por exemplo, a falta de mudança de uma propriedade diretamente percebida – como a cor ou o odor – quando um líquido transparente (solução de ácido clorídrico, por exemplo) é misturado com outro líquido com a mesma aparência (solução de hidróxido de sódio) resultando outro líquido de aparência idêntica não significa que a reação não ocorra.

Na relação entre os diferentes níveis em que se interpreta a química, van Brackel (1997) indica que, no surgimento da química moderna – embora Lavoisier suportasse uma visão atomística da matéria – as primeiras teorias químicas foram sobre o mundo macroscópico e não sobre o submicroscópico.

Essas dificuldades são encontradas, segundo Nelson (2003), nos conceitos básicos da química (por exemplo, matéria, substância, elemento, composto e solução), o que leva a maior parte dos professores a supor que são conceitos difíceis de ser ensinados e aprendidos. Isso ocorre, em parte, porque nas definições desses conceitos, dadas em livros didáticos ou assumidas pelos professores, falta precisão ou invocam idéias submicroscópicas com as quais os iniciantes não estão familiarizados e devem tomar em confiança. Por isso, Nelson sugere definições formuladas inteiramente em termos macroscópicos, que podem ser baseadas em observações experimentais. Dentre essas definições, enfatizando noções que estarão em estudo nesta tese, pode-se encontrar:

- a) Os químicos estão interessados em diferentes tipos de matéria (ar, água, areia, sal, ferro, petróleo, açúcar, aspirina, etc.) Um tipo particular de matéria (por exemplo, ar) é chamado de material. Existem dois tipos principais de materiais: homogêneos e heterogêneos. Os primeiros aparecem uniformes sobre um microscópico ótimo, os segundos não. Esses são misturas daqueles.
- b) Os materiais homogêneos podem ser divididos em substâncias e soluções. Uma solução é a combinação de substâncias em diferentes proporções.
- c) Os químicos separam os componentes de uma solução por destilação, cristalização, extração de solventes, cromatografia e outros métodos. Um

material homogêneo é uma substância se ele não pode ser separado em componentes que podem ser recombinados.

- d) As substâncias podem ser puras ou impuras. Essas contêm pequenas quantidades de outras substâncias, podendo tanto estar misturadas como dissolvidas nelas.
- e) As substâncias podem existir em diferentes formas, dependendo da temperatura e da pressão. Essas são tipicamente: sólido cristalino, líquido ou gás.
- f) As substâncias podem ser distintas umas das outras por seu estado (sólido, líquido ou gasoso) em temperatura ambiente e pressão atmosférica, cor, densidade, pontos de fusão e de ebulição, solubilidade em diferentes solventes e ação em outras substâncias, entre outras propriedades.
- g) A mesma substância pode existir em diferentes formas. Isso é sugerido, por exemplo, pelo fato que muitas substâncias coloridas guardam sua cor quando elas mudam de uma forma para a outra (por exemplo, os metais retêm sua cor quando eles fundem).
- h) A transformação química de uma substância pode ser indicada por uma propriedade como a cor. Uma idéia geral pode ser: quando ocorre a alteração de cor, ocorre a formação de novas substâncias.
- i) As substâncias podem ser divididas em elementos e compostos. Esses se decompõem em outras substâncias, os elementos não. Dessa forma, compostos podem ser feitos pela combinação de outras substâncias, elementos não.

O nível macroscópico pode ser facilmente observado, o nível submicroscópico necessita ser inferido das observações macroscópicas feitas. É nesse sentido que se sugere uma proposta de ensino de química em que progressivamente se avance do nível macroscópico para o nível submicroscópico (Nelson, 2002). O professor começa introduzindo aos estudantes as substâncias e a mudança química, descrita ao primeiro nível, macroscopicamente. Isso leva à classificação de substância como “puras”, “misturas” ou “soluções”, e substância puras como “elementos” ou “compostos”. O próximo passo seria introduzir aos estudantes o fenômeno seguinte, a lei de conservação das massas: “em qualquer transformação química não existe mudança detectável de massa” (Nelson, 2002).

O princípio, ou a lei, da conservação de massa em reações químicas é um pré-requisito para a subsequente compreensão da química. De um ponto de vista científico, a compreensão do princípio da conservação de massa, assim como o conhecimento da teoria geral das reações químicas, é indispensável para o completo entendimento da química em seus estudos posteriores. Porém, uma observação naturalística em classes de aula (Paixão e Cachapuz, 2000) mostrou que os professores de química freqüentemente utilizam uma abordagem tradicional para ensinar o princípio da conservação de massa nas reações químicas. Esse tópico é usualmente abordado como um conteúdo para resolver exercícios de balanceamento de equações químicas e problemas estequiométricos. O fato é que mesmo quando os estudantes estão aptos para resolver esse tipo de problema, isso necessariamente não corresponde ao entendimento desses assuntos.

Então, uma vez que se quer investigar e interpretar as explicações dos sujeitos para as transformações físicas e químicas da matéria cabe discorrer sobre as possibilidades de um estudo dessa natureza, tema da próxima seção. Além do mais, entende-se que tais interpretações (do investigador) e explicações (dos sujeitos), ancoradas no referencial teórico da epistemologia genética, poderão sugerir outras interpretações em relação ao reducionismo epistemológico da química à física.

### 1.3) O modelo piagetiano para a teoria do conhecimento.

A teoria do conhecimento, também chamada de epistemologia, costuma ser descrita como uma das partes da filosofia, como também são a metafísica, a ética e a lógica. Se entendermos assim, no campo da filosofia, quem se dedica à teoria do conhecimento, de preferência, visaria a estabelecer critérios para o conhecimento que, possivelmente, colocariam limites ao que pode vir a ser conhecido. Ocorre que essa separação das partes da filosofia é mais para efeitos de estudo, ou seja, o que se estuda em uma parte está relacionada à outra. Citando um exemplo voltado ao tema em foco, as concepções que temos acerca da estrutura da realidade - objeto da metafísica - estão relacionadas com aquilo que está ao nosso alcance conhecer - objeto da teoria do conhecimento. Então, pode-se questionar sobre como delimitar, para efeito de estudo, questões apenas voltadas à teoria do conhecimento, sem que se entre nos domínios da metafísica.

Na obra de Jean Piaget há algumas passagens que podem ser úteis para saber como ele colocava em questão seu objeto de estudo. Conforme Piaget (1970/1973), é



possível dissociar a teoria do conhecimento da metafísica desde que se delimite metodicamente o objeto de estudo. Assim, por exemplo, trata-se de estudar: “como aumentam os (e não o) conhecimentos” (p. 32), “considerados em sua multiplicidade e, principalmente, na diversidade de seus respectivos desenvolvimentos” (p. 104)? Bem como, “por quais processos uma ciência passa de um conhecimento determinado, julgado depois insuficiente, a outro conhecimento determinado, julgado depois superior pela consciência comum dos adeptos desta disciplina” (pp. 32-33)? Essa segunda questão, por si só, já bastaria para afastar o estudo das conotações metafísicas.

Sendo essas as questões mais gerais, pode-se delas retirar implicações e pressupostos. Assim, se todo conhecimento é sempre um vir a ser - e “jamais se considera seu estado como definitivo” (Piaget, 1970/1990, p.4) - as questões estão relacionadas ao processo de passar de um conhecimento menor - e “jamais existem começos absolutos” (p.3) - para um estado mais completo e mais eficaz, então, “é claro que se trata de conhecer esse vir a ser e de analisá-lo de maneira mais exata possível” (Piaget, 1970/1973, p. 14).

Nesse sentido, lembra-se que “todo aumento do conhecimento científico supõe, sem dúvida, um processo de pensamento, isto é, um raciocínio, de uma forma ou de outra” (Piaget, 1970/1990, p.1). Então, se todo conhecimento contém um aspecto de elaboração nova (ou seja, a passagem de um conhecimento em um estado para outro estado, mais completo e eficaz), que opiniões, postulados, teorias gerais ou modelos teóricos poderiam explicar o processo de pensamento envolvido na elaboração dos conhecimentos?

Nas muitas obras de Piaget essa questão está presente, mas parece ter sido abordada mais objetivamente nos livros dedicados ao desenvolvimento do pensamento (Piaget, 1977b) e às abstrações (Piaget, 1977/1995). Nesses e em outros livros, conforme postula Ramozzi-Chiarottino (1997), “[Piaget] criou modelos abstratos, formais, para explicar um fenômeno natural mas não diretamente observável, ou seja, o funcionamento das estruturas mentais do ser humano” (p. 111).

A palavra modelo, ou conforme é citado em dicionários, o verbete modelo teria origem do italiano *modello* e, entre outros, indicaria: o objeto destinado a ser reproduzido por imitação; aquilo que serve de exemplo ou norma; aquele a quem se procura imitar nas ações, no procedimento, nas maneiras, etc.; enfim, noções relacionadas à idéia de molde, de referência para cópia, reprodução, imitação, etc.

Outra definição, presente em dicionários, vincula o verbete modelo ao significado manifesto em uma ciência, por exemplo, a física. O uso da palavra modelo designaria um conjunto de hipóteses sobre a estrutura ou o comportamento de um sistema, por exemplo, físico, pelo qual se procuram explicar ou prever, dentro de uma teoria científica, as propriedades do sistema. Ou seja, modelo seria alguma coisa que promoveria a união entre a teoria científica e as propriedades inferidas de um sistema.

Para esclarecer essa união e a idéia dos modelos em uma teoria científica, pode-se buscar alguns aportes da filosofia da ciência. O filósofo Mario Bunge (1998) sustenta, pedindo escusas pela metáfora, que: “para entender como a ciência funciona alguém deve olhar em sua face. (...) De outra maneira, não se contribuirá com qualquer verdade, quanto mais original, para o conhecimento do conhecimento científico”. Esse olhar na face da ciência ocorreria porquê:

“qualquer autêntico filósofo da ciência tem dois objetivos, um epistêmico, outro pragmático. O primeiro é compreender a pesquisa científica e alguns de seus achados. A outra finalidade é auxiliar os cientistas a aguçar alguns conceitos, refinar algumas das teorias, escrutinar alguns métodos, revelar pressupostos filosóficos, resolver controvérsias e introduzir dúvidas sobre pontos aparentemente controversos. Um objetivo complementa o outro” (p. 405).

Em uma coletânea de seus artigos, Bunge (1974) empreendeu um estudo filosófico que teve por objetivo responder, entre outras, as seguintes questões: “o que é um modelo teórico? Quais são as relações entre um modelo teórico e uma teoria geral? Como são comprovadas as teorias? Que papel desempenha a teoria na ação planejada?” (p.10).

Como afirma Bunge, o que a palavra modelo significa à luz da semântica, mesmo quando traz significados no seio de uma ciência, não é suficiente para entender o conceito, pois: “as coisas não são positivamente tão simples”. Isso decorre pois:

“nem todos os modelos teóricos foram submetidos a provas de veracidade: conseqüentemente, não se lhes podem atribuir um valor de verdade. Em segundo lugar, todo o modelo testado é, no melhor dos casos, parcialmente verdadeiro no sentido de que, com sorte, algumas de suas conseqüências comprováveis se mostram aproximadamente verdadeiras. Portanto, nenhum modelo teórico é, falando estritamente,

um modelo no sentido semântico, pois isto exige que todas as fórmulas da teoria sejam exatamente satisfeitas” (pp. 38-39).

Segundo Bunge (1974), um modelo teórico da conduta de um sistema seria um grupo de enunciados (preferencialmente de forma matemática) que ligariam as variáveis exógenas e as variáveis endógenas do sistema, sendo estas últimas “concebidas como variáveis intermediárias, dotadas de um valor de cálculo, mais do que como representantes dos detalhes internos do sistema” (p. 21).

Assim, entende-se que Piaget propôs – e submeteu à experimentação – modelos teóricos para o sistema cognitivo, ou em outras palavras, a partir de seus diversos estudos, ele propôs um conjunto de teorias específicas relacionadas à teoria do conhecimento. Mas cabe discutir se podem as teorias gerais e os modelos teóricos serem comprovados.

Conforme Bunge (1974), teorias gerais não fornecem conclusões particulares e, portanto, rigorosamente comprováveis. Assim, “a comprovação de teorias gerais demanda a produção de teorias específicas; (...); o que se pode testar é uma teoria geral equipada de um objeto-modelo - em suma, um modelo teórico” (p. 36).

Se se aceita esse postulado de Bunge, para que se possam comprovar as teses dirigidas à teoria do conhecimento, faz-se necessário a proposição de modelos teóricos. Aceitando-se, ainda, que nas teses de Piaget se entenderia a teoria do conhecimento como uma teoria geral, teriam surgido os estudos em epistemologia genética - como modelo teórico submetido à experimentação - no intuito de corroborar as teses propostas à teoria do conhecimento. Assim, no decorrer dos estudos desse modelo teórico, foram enunciados dois tratados de lógica e mais de trinta outros baseados em enunciados e premissas semanticamente definidos. Como o intuito do projeto - de Piaget e de seus colaboradores - foi compreender o funcionamento do sistema cognitivo, então, admitiu-se a ação do sujeito e os estímulos do ambiente como variáveis exógenas. No modelo, os esquemas assimiladores seriam a variável endógena. Esses esquemas, que possibilitariam a intermediação da ação feita no ambiente, são entendidos como noções lógico-matemáticas que possuem valor de cálculo. Em outras palavras, seriam essas noções que permitiriam, entre outras, a avaliação, a conjectura e a realização de uma operação ou uma combinação delas sobre números e símbolos. Então, a questão que deve ser discutida é como submeter à experimentação esses modelos teóricos.

Parece ser aceito pelos filósofos da ciência que todos os problemas epistemológicos são encontrados em uma perspectiva histórico-crítica. Porém, essa

perspectiva não é entendida como uma “história anedótica das descobertas, mas como história do próprio pensamento científico (...), o método histórico-crítico consiste, precisamente, em julgar o alcance real das noções por sua construção histórica” (Piaget, 1970/1973, p. 108). Conforme Piaget, essa perspectiva afasta o improvisado que possa existir nas filosofias.

No entanto, esse método não seria o único. Segundo Piaget, podemos “prolongar a análise histórico-crítica com uma investigação psicogenética” (p. 109), entendida como o estudo da origem e evolução das funções mentais. Nesse sentido, podemos lembrar que os trabalhos de Piaget não são os únicos a seguirem esse curso, uma vez que: “os belos estudos de Leon Brunschvicg [terminam] por um esboço da gênese mental das noções [e] cada estudo crítico de Henri Poincaré utiliza tal recurso” (p. 110). Ocorre que os autores citados por Piaget faziam a investigação psicogenética pela análise das noções sem submeter tais análises a comprovações experimentais. Ou seja, como verificar se as inferências desses autores seriam verdadeiras? Piaget entendeu que o exame dos comportamentos da criança poderia trazer mais aportes para esse debate e, então, talvez corroborasse os postulados dele e desses filósofos da ciência.

A maior parte dos estudos de Piaget seguiu o caminho psicogenético. Os tratados escritos por Piaget – relatórios de pesquisas desenvolvidas em cooperação com seus diversos colaboradores – contemplam o problema central da teoria do conhecimento: quais as relações envolvidas entre sujeito (conhecedor) e objeto (conhecido). O estudo dessas relações abarcou tanto as características da experiência quanto as características do pensamento. Assim, “o exame dos comportamentos da criança, com respeito aos objetos mostra que existem duas espécies de experiência e duas espécies de abstração” (p. 35).

As diferentes espécies de experiência parecem estar sempre reunidas, mas podem ser facilmente dissociáveis para efeitos de análise. Conceituando-as, Piaget entende que “a *experiência física* responde à concepção clássica da experiência: ela consiste em agir sobre os objetos, para extrair um conhecimento por abstração, a partir dos próprios objetos” (grifo meu; p. 76). Já a *experiência lógico-matemática* é de natureza completamente diferente, ela “consiste em agir sobre os objetos, mas com abstração dos conhecimentos, a partir da ação e não mais dos próprios objetos” (pp. 76-77). Nesse caso, os objetos servem como instrumentos para o sujeito. A experiência do sujeito é, então, em relação às ações que ele executa com e sobre os objetos. Esse tipo

de experiência permite que o sujeito faça a abstração de outras propriedades, mas essas partem de suas ações e não das qualidades do objeto.

Em Piaget (1977/1995) podem ser encontradas as melhores definições sobre as abstrações, sobre seu papel no funcionamento cognitivo e sua relevância na análise epistemológica. Nesse livro, novamente, os diferentes graus de abstração são isolados para efeitos de análise, uma vez que eles funcionariam de forma solidária no curso da apreensão da realidade. Ainda mais, Piaget propõe uma relação entre os processos de abstração e de reflexão, conferindo aos graus mais desenvolvidos das abstrações o nome de *abstração reflexionante*.

A abstração mais simples é aquela que extrai todo o seu conteúdo daquilo que é observável, da experiência física. Esse grau de abstração, Piaget chama de *abstração empírica*, pois “tira suas informações dos objetos como tais, ou das ações dos sujeitos sobre suas características materiais” (p. 274). No entanto, quando se reconhecem propriedades novas, que os objetos pareciam não possuir nos níveis anteriores de entendimento, outros graus de abstração seriam necessários para o ato de conhecer. Assim, as reorganizações novas – em relação às anteriores – levariam a outras formas que engendrariam, então, novos conteúdos. Nesses casos, ocorreriam outras experiências, além da física. Haveria, conforme designa Piaget, a intervenção da experiência lógico-matemática. Sobre esse tipo de experiência é que se apoiariam os dois diferentes tipos de *abstração reflexionante*.

Conforme Piaget, a abstração reflexionante conjuga tanto a *abstração pseudo-empírica* quanto a *abstração refletida*. Nesse sentido, “quando o objeto é modificado pelas ações do sujeito e enriquecido por propriedades tiradas de suas coordenações, a abstração apoiada sobre tais propriedades é chamada de ‘pseudo-empírica’” (aspas do autor; p. 274).

Finalmente, à medida que a reflexão acontece sobre reflexões anteriores, ou seja, quando a reflexão “se torna consciente” (p. 274), teríamos o que Piaget chama de *abstração refletida*.

O que parece ocorrer, conforme o estudo realizado com o comportamento das crianças, é uma gradual independência entre os graus de abstração, tendendo a uma maior utilização de abstrações reflexionantes em níveis mais desenvolvidos.

Em uma síntese de estudos das noções relacionadas aos conhecimentos físico, lógico e matemático, Piaget (1970/1990) defende que:

“a dedução só se torna explicativa a partir do momento [que] tende a destacar uma ‘estrutura’ cujas transformações permitiriam então reencontrar as leis, tanto gerais quanto particulares, mas a título de conseqüências necessárias da estrutura e não mais a título de generalidades de diversas ordens simplesmente [reunidas]. Uma tal estrutura, tomada - muito naturalmente - do arsenal das estruturas matemáticas possíveis (sem modificações ou remanejadas para se adaptarem ao problema que estiver sendo considerado), equivale então a introduzir no plano físico aquilo a que se dá o nome de ‘modelo’” (aspas do autor; p. 93)

Ou seja, Piaget consideraria os modelos como sendo estruturas lógicas e conceituais, que reuniriam, por dedução, as leis até então conhecidas. Então, seriam os modelos integrações conceituais necessárias à explicação da realidade que se conhece. Dessa forma, um modelo só desempenharia seu papel explicativo quando a disposição e a ordem das partes de um todo, ou seja a estrutura, impedisse que o sujeito se encontrasse em um cruzamento confuso de caminhos possíveis das relações ou das leis.

Ainda mais, a diferenciação generalizada de conceitos prejudica a coesão necessária aos modelos. Assim, no desenvolvimento dos modelos abstratos, em seguida das diferenciações possíveis, faz-se necessário integrações conceituais a partir da formulação de novos modelos. Justamente, isso quer dizer que existem modelos parciais que não contemplam toda a complexidade da realidade. Somente a partir da inclusão de novos dados, da constatação de novas leis e das integrações que a eles são necessários se pode chegar “às transformações objetivas e reais (portanto, ‘ônticas’) que se produzem nas coisas” (aspas do autor; p. 94).

Dessa forma, enquanto as operações realizadas para a representação das leis – naturais, por suposto – somente forem aplicadas aos objetos conhecidos, haverá, no máximo, por abstração, a constituição de estruturas ou modelos emprestados dos próprios objetos. Ou seja, haverá um maior grau do uso de experiência física e de abstração empírica e um menor do uso de experiências lógico-matemáticas e de abstrações reflexionantes. Dessa forma, somente quando o pensamento se dirige a superar o que está nos objetos, quando começa neles a especular por atribuições causais ou por outras determinações, chegará o sujeito às mais ricas integrações conceituais, que lhe possibilitarão compreender as implicações necessárias e as insuficiências possíveis de seus modelos parciais.

Existem diversas noções estudadas nas investigações de Piaget e de seus colaboradores que são fundamentais à química, entre elas é possível destacar o atomismo, a densidade e a mudança de estado da matéria. Dessa forma, antes que se proponha ampliar os domínios da pesquisa piagetiana para outras noções fundamentais à química, cabe discorrer um pouco sobre a evolução dessas noções.

#### 1.4) Estudos piagetianos sobre modelos corpusculares na interpretação da realidade física.

As questões de pesquisa ou as tarefas experimentais estudadas por Piaget e por seus colegas que, de alguma forma, tangenciam noções que se relacionam com a transformação química aparecem em Piaget e Inhelder (1962/1971), Inhelder e Piaget (1970/1976) e Piaget e Garcia (1971). Entre essas noções podem ser ressaltadas as de atomismo, de densidade e de mudança de estado da matéria. Do ponto de vista teórico e metodológico também existem interações com Piaget (1961) e Piaget e Inhelder (1966/1977), em que se buscou interpretar, entre outras, a percepção e a imagem do espaço geométrico. Por essas interações conceituais foi possível postular a máxima: “é a escala que cria o fenômeno” (Piaget e Inhelder, 1966/1977, p. 521).

O estudo sobre o desenvolvimento das quantidades físicas foi realizado com noções de substância, peso e volume. Esse estudo visou a verificar e interpretar a passagem de um estado fenomenista e egocêntrico para outro em que as quantidades são extensivas e mensuráveis. Conforme Piaget e Inhelder (1962/1971), uma quantidade é um contínuo e, em vez de se dividir em objetos distintos, apresenta-se como um caráter irreduzível das coisas, apreendido graças a ações particulares do sujeito. A substancialidade foi considerada o caráter daquilo que pode ser agarrado e encontrado. O peso, daquilo que pode ser levantado. Finalmente, a volumosidade, daquilo que pode ser rodeado e contornado.

Essas noções foram associadas, entre outras, à evolução do atomismo e da densidade. O atomismo foi estudado através de um experimento que envolvia a dissolução do açúcar, recuperando e ampliando uma antiga experiência empreendida por Inhelder (1936). Quando um ou dois pedaços de açúcar são dissolvidos em um copo de água, o nível se eleva no momento da imersão dos sólidos, mas não se abaixa sensivelmente quando os pedaços forem dissolvidos. As explicações dadas pelas crianças para o fenômeno da dissolução manifestariam suas intuições atomísticas.

Conforme Piaget e Inhelder (1962/1971), o pré-atomismo que se verificou nas crianças, em uma primeira etapa, não seria mais que uma representação perceptiva das “migalhas” visíveis no momento da dissolução. Posteriormente, quando a criança nada mais percebesse no experimento, ela diria que essas migalhas desapareceram.

O atomismo se modifica um pouco em uma segunda etapa. Os restos perceptíveis se prolongam após a dissolução, atribuem-se a “grãos” invisíveis em meio a um substrato substancial permanente, a explicação é feita a partir da persistência do gosto. Esses grãos seriam, entretanto, desprovidos de peso e de volume. Dessa forma, ainda não é possível verificar uma composição dos pesos ou dos espaços ocupados.

Na terceira etapa, haveria um progresso notável, os grãos invisíveis se tornam suscetíveis de uma composição quantificante. A cada um deles se atribui um certo peso. Somando-se o peso de todos os grãos se obteria o peso equivalente ao do torrão inteiro antes de sua dissociação em partículas. Verifica-se, assim, um método de simples adição ou reunião das partes. Porém, no modo de composição dessa etapa não se leva em conta o volume.

Esse progresso ocorreria na quarta etapa, que consiste na generalização do esquema anterior, aplicando-o aos volumes dos grãos elementares, integrando-o, dessa forma, em um novo esquema. Nesse caso, entretanto, toma o volume total do torrão como a soma direta de suas partículas constituintes. Por fim, a criança da última etapa distinguiria as diferenças de volume. Há um “volume global”, que corresponde ao contorno externo do açúcar, que é igual ao volume dos grãos reunidos mais o volume dos espaços vazios existentes entre esses grãos. Mas há, também, o que se pode chamar de “volume total” ou “volume corpuscular total”, isto é, a soma dos volumes dos grãos particulares, sem levar em conta os espaços intersticiais. A diferenciação entre esses volumes permitiria a criança explicar que o aumento do nível de água se deve ao acréscimo do volume corpuscular total do açúcar.

O estudo da noção de densidade, que é uma relação entre massa e volume, foi realizado através da comparação do peso, da imersão e da compressão e da descompressão de corpos de densidades diferentes, com iguais volumes, tais como pedra pome, cortiça, madeira e granito, por exemplo.

Na primeira etapa, a criança não dissociaria o peso do volume nem da quantidade de substância e preveria assim que um corpo é pesado na medida em que é “grosso”. Então, uma vez constatados as diferentes massas (peso, segundo o critério utilizado na pesquisa de Piaget e Inhelder) dos corpos, a diferença seria explicada



através de qualidades intuitivas, que seriam originadas pelos diferentes modos de origem e de crescimento dos corpos considerados.

No decorrer de uma segunda etapa, a massa e a quantidade aparente de matéria seriam dissociadas. Entretanto, as diferenças de densidade seriam, ainda, explicadas por diferenças intuitivas, sem a composição da massa nem do volume dos elementos.

No decurso de uma terceira etapa, as diferenças de massa em igual volume seriam reduzidas à quantidade e à massa dos elementos que compõem os corpos. Verificar-se-iam as mesmas características nas relações inversas. A partir da terceira etapa, seria possível discernir duas explicações sucessivas da densidade pela composição corpuscular: a que corresponde à noção dos mais ou menos ‘cheio’ e a que provém do esquema da compressão e da descompressão. Por exemplo, as massas do seixo, do pedaço de madeira e da rolha são inversamente proporcionais aos seus volumes de conjunto e parecem assim inversos, igualmente, às suas quantidades respectivas de substância. Os sujeitos da terceira etapa explicariam essas diferenças entendendo que a matéria está mais ou menos cheia, ou repleta. Porém, essa composição não englobaria ainda as noções de compressão e descompressão.

Por fim, durante uma quarta etapa, as diferenças de densidade seriam relacionadas à compressão ou à descompressão dos elementos, ou seja, a modos de composição puramente espaciais. A idéia do “cheio” é substituída pelo “apertado”. Nessa etapa final, a criança sustentaria um esquema atomístico que congrega a compressão e a descompressão. A matéria seria composta por corpúsculos separados por um espaço vazio, que podem ser agregados ou separados de diversas maneiras.

No estudo sobre as explicações causais (Piaget e Garcia, 1971), os modelos corpusculares foram evidenciados no pensamento operatório para explicações das composições internas dos corpos (§7 do livro) e das mudanças de estado da matéria (§8 do livro). Os estudos de epistemologia genética que subsidiaram a escrita desses parágrafos (na relação incluída nas páginas de 138 a 140, as pesquisas de números 21 a 27) envolveram noções de solubilidade, miscibilidade, flutuação e difusão de sólido em líquido e de líquido em líquido, bem como as mudanças de estado da matéria: de sólido a líquido, de líquido a gasoso e de gasoso a líquido. A maior parte desses estudos não foi publicada - embora possam se encontrar os manuscritos das pesquisas nos *Archives Jean Piaget* -, com exceção de Piaget e Chatillon (1975). Nesse artigo, os autores enfatizam que outros estudos (Piaget e Inhelder, 1962/1971) foram baseados sobre os esquemas corpusculares utilizados, ou não, para explicar os resultados da dissolução do

açúcar e, também, sobre as etapas de interpretação da flutuação. No entanto, ressaltam que não haviam estudado as causas atribuídas ao próprio processo da dissolução, nem as condições da mistura entre líquidos, entendendo que a questão merece um exame do ponto de vista da causalidade.

Entretanto, antes de abordar a especificidade dos modelos corpusculares relacionados à composição interna dos corpos e às mudanças de estado da matéria, é interessante relatar um pouco a abordagem dada à causalidade em Piaget e Garcia (1971).

Nesse livro, em que busca a relação entre as operações do sujeito e a causalidade dos objetos, Piaget faz a crítica: ao primado das operações em relação à causalidade, achando-o apriorista; e a hipótese inversa, achando-o empiricista. Por fim, mais uma vez, manifesta seu tertius, entende que existe uma relação íntima entre esses dois tipos de ações e que suas construções são solidárias.

Nesse sentido, aponta dois dados fundamentais, fornecidos pelos múltiplos estudos epistemológicos anteriores, que sugerem essa estreita vinculação. O primeiro, “a própria leitura de uma experiência exige o emprego de instrumentos de assimilação que tornam essa leitura possível, dito de outra maneira, ela supõe a utilização de estruturas operatórias” (p. 127). O segundo, “as conexões causais, todas repousando em parte sobre as informações obtidas por abstrações simples (...), ultrapassam inevitavelmente, na qualidade de conexões, o domínio dos observáveis” (p. 128).

A análise da relação entre operações e causalidade aponta para duas conclusões gerais. A primeira é que “a causalidade não se confunde com a legalidade, e isso desde nossos estágios elementares tanto quanto aos diversos patamares do conhecimento científico” (p. 131). Essa diferença é apoiada pelos seguintes fatos:

- 1) a legalidade se eleva da constatação e se porta sobre as relações observáveis, enquanto que as conexões causais ultrapassam as fronteiras do observável;
- 2) a legalidade se atém apenas às relações gerais, enquanto que a causalidade comporta as ligações necessárias;
- 3) uma lei, mesmo geral, pode permanecer isolada, enquanto que sua explicação causal comporta diversas relações coordenadas em um sistema e somente esse sistema é fonte de necessidade; e
- 4) a legalidade comporta somente operações aplicadas aos objetos, enquanto que, justamente em virtude dos outros três fatos, a causalidade exige uma atribuição das próprias operações aos objetos por eles mesmos.

A segunda conclusão de Piaget tem a ver, efetivamente, com a diferenciação que ele postula entre *operações aplicadas* e *operações atribuídas* ao objeto.

Consideram-se *operações aplicadas ao objeto* aquelas na qual o sujeito se serve de suas próprias operações lógico-algébricas e geométricas (ou um conjunto de operações) para ler, descrever ou formular os observáveis físicos (por exemplo, os colocar em equações). Ou seja, esse tipo de operação se limita à exploração dos observáveis sem modificar os objetos. Um exemplo é a descoberta empírica de uma lei  $y = f(x)$  – como a queda dos corpos –, ou uma correspondência qualquer.

Por sua vez, entende-se por *operações atribuídas ao objeto* aquelas que envolvem operadores ativos que agem sobre um outro objeto de maneira semelhante a qual o sujeito poderia agir sobre ele. Esse tipo de operação está envolvida na construção de um modelo causal, que visa a compreender como os objetos agem por si, como uma necessidade intrínseca a seu próprio conteúdo. Um exemplo é a suposição que todo o corpo em queda sofre a ação de uma força atrativa, embora nenhum humano possa sentir qualquer força de atração.

A essência da segunda conclusão geral das pesquisas sobre as explicações causais é que “essas operações ‘atribuídas’ não são simplesmente sobrepostas àquelas que seriam ‘aplicadas’ na constituição da legalidade. (...). O próprio da causalidade é assim sempre comportar um sistema de transformações, sem poder se reduzir a uma simples relação de causa e efeito, como supõe o senso comum” (pp. 133-134). Dito de outra forma, a causalidade seria o conjunto de modelos construídos por meio das ações ou operações atribuídas pelo sujeito ao objeto, servindo de instrumentos aos ensaios de explicação.

Feita essa descrição geral, registra-se que Piaget entendera que um domínio particularmente rico de combinações entre as abstrações empíricas e as abstrações reflexionantes, que intervêm na solução de todo o problema causal, é o das noções que a criança se oferece da composição dos corpos e das mudanças de estado da matéria.

Nesse sentido, Piaget retoma, brevemente, os resultados obtidos com a experiência da dissolução do açúcar e sua relação com o desenvolvimento dos modelos corpusculares, ou das intuições atomísticas, como chamara outrora. Além disso, apresenta resumidamente um relato de outras pesquisas sobre a composição interna dos corpos, em que destaca aquela que buscou a relação entre algumas propriedades de líquidos e de sólidos, tais como viscosidade e densidade, e sua interpretação causal. A tarefa consistia em fazer derramar líquidos (água, óleo e melão) e sólidos (açúcar,

farinha e cascalho fino) em uma bacia, perguntando o porque das diferenças no escorrimento dos materiais. Depois se mergulhava um cilindro de plasticina nesses materiais e se solicitava a explicações das ações de molhar ou colar.

Em linhas gerais, as interpretações oferecidas pelas crianças, descritas através de etapas, não diferem muito daquelas que foram constatadas no estudo sobre a conservação das quantidades físicas (Piaget e Inhelder, 1962/1971). Em uma primeira etapa, justifica-se o escorrimento ou não dos corpos da seguinte forma: a água derrama porque ela é “fina”<sup>1</sup> ou “delgada”, enquanto que o seixo resistem porque eles são “grossos” ou porque “não se pode quebrá-los”, sendo que são inquebráveis porque as porções neles estão bem grudadas. Nessa etapa, encontram-se apenas explicações tautológicas para as ações de molhar e colar dos materiais, assim, a água molha “porque ela não é dura, senão não seria mais água” e os corpos que colam o fazem porque “são um pouco colantes”.

Em uma segunda etapa, notam-se modelos semimicroscópicos e semimicroscópicos para a justificação do escorrimento dos materiais e de suas ações de umedecer e colar. O escorrimento da água e a resistência do seixo são explicados através das partes do conjunto. No caso dos seixos as camadas inferiores retêm as superiores, enquanto que as camadas da água se misturam. A diferença de resistência se deve ao fato que “os líquidos se deslocam completamente sozinhos”, enquanto que no seixo os grãos estão mais firmes que sozinhos. As ações de colar ou de umedecer foram explicadas por modelos análogos: as coisas finas umedecem sem colar e “as coisas grossas agarram melhor”, como no melaço onde as gotas são mais “grossas”.

Enfim, na terceira etapa surgem estruturas propriamente corpusculares, em que se justificam as ações de escorrer, de umedecer e de colar dos diferentes materiais em função de suas partes constituintes estarem mais ou menos cerradas, sendo esse esquema de compressão/descompressão atribuídos aos diferentes materiais.

O desenvolvimento de modelos corpusculares para as mudanças de estado da matéria, que é um tema de diversas pesquisas na comunidade dos educadores em ciência, como será descrito na próxima seção, foi abordado por Piaget através da fusão da gordura (cetáceo) e da parafina e da evaporação e condensação do éter em um sistema fechado (destilador de Franklin). Nessas pesquisas, as questões postas aos

---

<sup>1</sup> As aspas nesse e no próximo parágrafo se referem aos excertos das falas dos sujeitos entrevistados.

sujeitos se referiam à antecipação, constatação e explicação das mudanças de estado da matéria.

Nas pesquisas sobre a fusão, verifica-se, ao início, a não conservação da matéria. Em uma primeira etapa, o sujeito se recusa a considerar o líquido, produto da fusão, como constituído da mesma substância que o sólido de partida, tanto para a gordura em pó (cetáceo) quanto para a parafina de uma vela. Por exemplo, quando se aquece a gordura aparece água e quando a parafina funde não há mais vela, mas “seu suco”<sup>2</sup>.

Em uma segunda etapa, surge uma compreensão corpuscular, mas são os próprios corpúsculos do sólido que se transformam em líquido. Na vela, por exemplo, os “grãos” encontram-se “colados” ou “misturados”, pois estão mais “apertados”, porém quando aquecidos eles se separam e se fundem, não existindo mais no líquido. Além do mais, nota-se uma conservação do peso.

Finalmente, em uma terceira etapa, nota-se o início da permanência de grãos invisíveis no líquido, podendo chegar a um modelo mais global, que inclui os diversos estados da matéria. Ao explicar a fusão da parafina, um sujeito classificado nessa etapa, por exemplo, sugere que os corpúsculos invisíveis presentes no líquido “se deslocam, é como as bolinhas de gude quando caem por terra”, por sua vez no estado sólido “elas foram muito aproximadas” e não podem “mais sem mexer”.

Entretanto, Piaget aponta que esse início de conservação da matéria nos processos de fusão é menor “que no caso do açúcar que se dissolve em água” (p. 41). Sem que ele tenha ampliado essa comparação, pode-se questionar se o esquema de compressão/descompressão, que ele havia identificado nos estudos sobre a dissolução do açúcar em água, seria mais difícil de ser atribuído pelos sujeitos às mudanças de estado da matéria.

As mudanças de estado entre líquido e gasoso foram realizadas com um equipamento que Piaget chamou de “destilador de Franklin”. O equipamento consiste de dois balões de vidro ligados por um tubo de vidro. Inicialmente, um dos balões está com um pouco de éter sulfúrico e outro está vazio. O balão contendo o éter é mergulhado em um pote de água quente, ao mesmo tempo em que o balão vazio é mergulhado em um pote de água fria. A evaporação do líquido resulta um gás invisível que, ocupando todo o equipamento, condensa-se no balão mergulhado na água fria.

---

<sup>2</sup> As aspas nesse e nos próximos dois parágrafos se referem aos excertos das falas dos sujeitos entrevistados.

Em uma primeira etapa (nível IA), os sujeitos não admitem a passagem da matéria de um balão ao outro. Eles observam que o líquido diminui em uma dos balões e aumenta no outro, mas preferem crer que a “água”<sup>3</sup> vem de fora, ou sai pra fora, apesar do dispositivo estar visivelmente fechado. Em uma segunda etapa (nível IB), admite-se a passagem da matéria, mas não se confere qualquer explicação para isso. Em uma terceira etapa (nível IIA), nota-se a conservação da matéria, mas não se observa idéia sobre a evaporação. As primeiras idéias sobre a evaporação surgem em uma quarta etapa (nível IIB), mas se observa uma hesitação entre idéias de transformação e de emanção. Enfim, em uma quinta etapa (nível III), o vapor é reconhecido como “minúsculas parcelas de água”, que no estado líquido “estão reunidas, mais apertadas”.

Nas conclusões da seção dedicada às mudanças de estado da matéria (§8), Piaget declara que esses fenômenos “colocam ao sujeito problemas por muito tempo insolúveis” (p. 42), apesar de, em escala macroscópica, as ações cotidianas imporem as noções de apertado e espaçado. Por exemplo, como no caso do gelo, em que a experiência familiar sugere-o ser “de água colada” ou “junta” (note-se que, entretanto, que há aumento de volume quando da passagem da água do estado líquido para o estado sólido).

Nesse sentido, verifica-se ao início a recusa do sujeito em admitir uma identidade da substância entre os estados alternativos, ocorrendo a tendência a utilizar idéias de emanção, ao invés de transformação. Mesmo ao fim, as operações em jogo nas explicações são apenas elementares, envolvendo partículas que na passagem de estado se espaçam, tratando de atribuí-las aos micro-objetos não perceptíveis.

Dito isso, parece interessante buscar outros experimentos relacionados à conservação da matéria. Ainda mais porque se pode perguntar: de que matéria se está falando afinal? Numa transformação física particular, como a mudança de estado, a matéria que se conserva é a substância. No gelo, em uma solução aquosa e no vapor d'água, há a mesma substância: água.

Entretanto, na química, a frase “na natureza, nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”, ou alguma de suas possíveis variantes, é comumente associada, também, com a idéia de conservação da matéria, sendo ela entendida em suas representações submicroscópicas. A associação entre tal frase e a idéia de conservação da matéria decorre do seguinte equívoco: ao invés de se tomar a frase pela lei de conservação das

---

<sup>3</sup> As aspas nesse e no próximo parágrafo se referem aos excertos das falas dos sujeitos entrevistados.

massas, ao que na verdade ela se refere, toma-se pelo seu princípio explicativo, alguma teoria atômico-molecular. Nas transformações químicas, a legalidade constatada é a conservação das massas. Para explicar tal legalidade se utilizam modelos corpusculares.

Uma vez que se quer estudar as explicações causais que adolescentes e adultos conferem para as mudanças de estado e a transformação química da matéria, em relação a um referencial piagetiano, cabe discorrer sobre a utilização do modelo piagetiano em outros domínios do conhecimento, tema da próxima seção.

#### 1.5) Expandindo os domínios do modelo piagetiano: estudos sobre o pensamento operatório, em adolescentes e em adultos, sobre mudança de estado e transformação química da matéria.

Conforme Freitag (1997), “a melhor demonstração de admiração e respeito que se possa dar a uma obra substancial é debatê-la a fundo, é confrontá-la com outras obras de peso, em suma: é levá-la a sério” (p. 7).

Nesse confronto, segundo Garcia (1996) “é natural (...) que novos dados experimentais ampliem, restrinjam ou modifiquem resultados obtidos pela escola de Genebra no domínio das investigações psicogenéticas” (p. 57). Principalmente porquê, de acordo com Ferreiro (1996) o legado piagetiano pode ser concebido como

“uma teoria geral de processos de aquisição de conhecimento, desenvolvida em ditos domínios [aqueles relacionados ao pensamento lógico, às grandes categorias de espaço, tempo e causalidade, bem como as noções matemáticas e físicas elementares], mas potencialmente apta para dar conta dos processos de construção de outras noções em outros domínios” (p. 177).

Assim, uma esclarecimento sobre os entendimentos de domínio pode ser útil para avançar uma proposição de pesquisa que siga o modelo piagetiano. Em sentido denotativo, o verbete domínio é usado para referir a pertença, o âmbito de uma arte ou de uma ciência, a esfera de ação de um certo conjunto de conhecimentos ou saberes. Conforme Vonèche (1997) “Piaget reconhece só a lógica, a matemática, a física, a biologia, a psicologia e a sociologia. [Cabe perguntar] a mineralogia coloca questões epistemológicas ou não? Caso as colocasse, essas questões seriam específicas? A geografia tem um lugar no círculo das ciências?” (p.34). Essas e outras questões permanecem em aberto. Porém, para a primeira é possível estipular uma resposta afirmativa, relacionando com o domínio da química, uma vez que um estudo histórico-

crítico sustenta que “um bom mineralogista [uma dos interesses científicos iniciais de Lavoisier, que é considerado um dos pais da Química Moderna] devia saber química para poder analisar, identificar e classificar rochas e minerais.” (Tosi, 1994, p. 119).

Conforme Castorina (1997), é possível “argumentar no sentido de que, ao assumir uma perspectiva epistemológica, é possível indagar a aquisição de esquemas aptos para compreender os diferentes domínios de conhecimento” (p.162). Nesse sentido, “ao considerarmos os aspectos normativos para o sujeito (suas razões, por modestas que sejam), é possível a reconstrução psicogenética dos ‘fatos normativos’ (para o psicólogo) nas relações observadas entre sujeito e objeto de conhecimento” (p. 163). O domínio de interesse de Castorina é o conhecimento social, especificamente ao das noções infantis relativas à autoridade escolar.

No entanto, de acordo com Delval (1996), “no modelo que o sujeito estabelece se plasmam as propriedades que extrai dessa realidade e que atribui a ela” (p. 166). Tais propriedades são específicas de domínio e não podem ser as mesmas em relação ao mundo físico, biológico, psicológico e social. Isso não quer dizer que os mecanismos para extrair o conhecimento desses diferentes domínios sejam distintos. O serão os modelos a que o sujeito chega, que tratam de captar as diferenças entre os domínios. Dessa forma, os sujeitos não teriam as mesmas explicações com respeito a como se comporta uma pedra, uma mosca ou um ser humano. Assim, por hipótese, também há que admitir que alguns domínios resultam mais difíceis de conhecer que outros. Portanto, não se deve confundir as atribuições de características de um domínio com as formas de construir o conhecimento nos diferentes domínios.

Alguns domínios podem apresentar um grau de resistência em que se observe o fenômeno da decalagem, um neologismo em português, que pode ter como sinônimos defasagem ou deslocamento. Ainda que se admita a existência de um debate, entre seguidores de Piaget, sobre os aspectos teóricos de tal fenômeno (Gillieron, 1980; Montangero, 1980 e 1981), para o propósito desta tese parece suficiente uma definição livresca.

Segundo Montangero e Maurice-Neville (1998), “o termo decalagem faz referência às condutas, processos ou estruturas que aparecem em diferentes momentos do desenvolvimento em vez de serem sincrônicos” (p. 135). Essa noção compreende a idéia de retardo temporal entre as condutas. A noção de decalagem adquire maior sentido em uma teoria do desenvolvimento que distingue diferentes planos hierárquicos de conhecimento. Assim, quando se distingue um decalagem horizontal se estaria



assinalando a ausência de sincronismo na aparição de condutas em um mesmo nível estrutural. A decalagem horizontal pode se manifestar, por exemplo, através de falhas lógicas e de dificuldade de compreender as noções relativas. O retardo da aquisição da conservação da substância (ou quantidade de matéria) no fenômeno da solubilidade poderia assim ser explicado, sendo devido sobretudo a fatores de ordem perceptiva (escala microscópica).

A complexidade do objeto a ser conhecido pode estar relacionada ao fenômeno da decalagem horizontal. Montangero e Maurice-Neville (1998) indicam que o argumento essencial é a “resistência do objeto”. Existiriam objetos do conhecimento, ou domínios novos, que demandariam a estruturação de uma série maior de relações causais e de aspectos figurativos (percepção e imagem mental, por exemplo) do conteúdo.

Nesse sentido, proponho estudar em tese de doutorado o modelo piagetiano para a teoria do conhecimento no domínio da química, contemplando as noções de mudança de estado e de transformação química da matéria.

Em relação à primeira das noções que se pretende estudar com esta tese de doutorado, a transformação física da matéria, como visto na seção anterior, foi abordada em Piaget e Inhelder (1962/1971) e Piaget e Garcia (1971), a partir, por exemplo, da solubilidade, da miscibilidade, da flutuação, da difusão e das mudanças de estado físico. Nesses experimentos, o objetivo, grosso modo, foi verificar as intuições e as explicações dos sujeitos sobre a conservação da matéria e de suas propriedades. O desenvolvimento de uma teoria intuitiva sobre os materiais foi tema, também, de diversos estudos (Au, Sidle e Rollins, 1993; Bovet, 2000; Bovet, Baranzini, Dami e Sinclair, 1975; Bovet, Domahidy-Dami e Sinclair, 1982; Ebenezer e Erickson, 1996; Henriques, 2000; Inhelder, 1936; Janiuk, 2001; Krnel, Watson, Glažar, 1998; Montangero, 1977; Nakhleh e Samarapungavan, 1999; Rosen e Rozin, 1993; Stavy, 1990a e 1990b; Stavy e Stachel, 1985; Valanides, 2000a e 2000b).

Krnel, Watson e Glažar (1998) fazem uma revisão da literatura sobre as explicações de como as crianças desenvolvem o conceito de matéria, quais as classificações que fazem, suas explicações sobre a composição da matéria e suas explicações das mudanças físicas (fusão, evaporação e a condensação) e químicas (combustão). Essa revisão destaca alguns dos trabalhos que serão apresentados a seguir.

Au, Sidle e Rollins (1993) procuraram examinar se crianças entre 3 e 7 anos conseguiam conservar propriedades inerentes (por exemplo, gosto e peso) de certas

substâncias mesmo após a dissolução dessas substâncias. Essa pesquisa buscou verificar algum possível conceito de atomismo (partículas invisíveis, pequeninas) que as crianças manifestassem. A crença que as coisas materiais são feitas de partículas pequeninas auxiliaria os sujeitos a entender porque quando a matéria muda em cor, textura, densidade, tamanho das partículas, propriedades químicas, ou mesmo se torna invisível, ela continua a existir. Segundo os autores, esse fenômeno é capturado pelo princípio fundamental da química, isto é, a conservação da matéria (também conhecida como Lei de Lavoisier ou Lei da Conservação das Massas), que postula que a matéria não pode ser nem criada, nem destruída. O estudo teria revelado que crianças já com três anos (cerca de 46% da amostra; essa proporção cresce para 60% aos sete anos) possuem a conservação do gosto (após o açúcar ter sido dissolvido em água) e indicam algum grau de atomismo para explicar o desaparecimento da matéria. No entanto, as crianças mais novas não fariam uso do conceito de partículas com um mecanismo plausível para como a substância pode continuar a existir e manter suas propriedades inerentes. No entender dos autores, tais habilidades podem ter um papel importante no desenvolvimento de uma teoria intuitiva das coisas materiais, na aquisição de conceitos científicos e de teoria em química.

Rosen e Rozin (1993) investigaram crianças pré-escolares com idades entre 3 e 5 anos sobre seus julgamentos quanto à presença de substâncias materiais (por exemplo, partículas de açúcar) e suas propriedades (por exemplo, gosto doce) nas soluções em que vários pós foram dissolvidos. Em relação aos sistemas estudados por Piaget e Inhelder (1962/1971), a pesquisa sobre a dissolução teria sido estendida para incluir outras substâncias: um soluto azedo desconhecido (ácido cítrico), um soluto perigoso (pó de sabão) que não pode ser testado e assim é somente detectável por outros sentidos (por exemplo, odor) e um soluto sem gosto (políose) que é indistinguível por qualquer sentido. Todos os pós são brancos e possuem granulações similares. A pesquisa supunha que a consistência com que as crianças demonstrassem competência em reconhecer a presença contínua dessas várias substâncias e de suas propriedades em solução sugeriria o grau de conservação das partículas invisíveis que as crianças manifestam no contexto da dissolução.

Os autores entendem que uma concepção madura do processo de dissolução implica a apreciação do desaparecimento aparente da matéria através da sua partição. Nesse sentido, a apreciação das partículas invisíveis no contexto da dissolução aparece intimamente conectada a apreciação da distinção aparência-realidade. Então, uma

concepção mais evoluída implicaria a habilidade de distinguir a aparência da solução em que o açúcar foi dissolvido, que é visivelmente idêntico à água pura, de uma realidade subjacente à solução, ou seja, a presença contínua do açúcar, por exemplo, na forma de partículas invisíveis, como pode ser inferido a partir da propriedade de doçura da solução.

Finalmente, eles sugerem que os resultados indicam a existência de algum grau de reconhecimento da natureza material (atomismo) no contexto da dissolução. Os sujeitos, ou a maior parte deles, conseguiram distinguir a aparência visual da realidade subjacente, reconhecendo a conservação de sabor, odor e propriedades perigosas das substâncias. Por volta dos cinco anos, além do mais, reconheciam que a matéria poderia ser decomposta em partículas pequeninas que não podem ser vistas ao olho nu.

Ou seja, em ambas pesquisas (Au, Sidle e Rollins, 1993; Rosen e Rozin, 1993), teria se achado sucesso na compreensão do fenômeno em idade inferior àquelas descritas por Piaget e Inhelder (1962/1971). Em relação a esse tipo de achado, que revelariam a precocidade ou a regressão nas noções de conservação, pode-se encontrar críticas, ou no mínimo palavras de cuidado, em alguns artigos de pesquisadores genebrinos (Bovet, Parrat-Dayan e Deshusses-Addor, 1981 e Parrat-Dayan e Bovet, 1982).

Entretanto, seguindo outro caminho, nota-se que Nakhleh e Samarapungavan (1999) entendem que na literatura existiria uma divergência entre psicólogos desenvolvimentistas (Au, Sidle e Rollins, 1993; Rosen e Rozin, 1993) e educadores em ciências, entre os quais se incluem, sobre a extensão em que crianças da escola primária são capazes de entender os princípios causais que envolvem a ação de entidades invisíveis ou abstratas e sobre a extensão que o sistema de crenças das crianças são organizados como estruturas conceptuais coerentes. Nesse sentido, os autores indicam que os estudos de Au, Sidle e Rollins (1993) e de Rosen e Rozin (1993) são limitados devido às características experimentais e a qualidade das substâncias usadas nas pesquisas, por exemplo, a dissolução de substâncias granulares como o açúcar e o ácido cítrico em pó. Eles supõem que a natureza granular pode influenciar as repostas das crianças. Por isso investigaram um amplo espectro de substâncias, incluindo substâncias de todos os estados da matéria e incluindo diferentes tipos de sólidos. A pesquisa sobre as idéias espontâneas da natureza da matéria envolveu estudantes da escola elementar sem qualquer instrução formal em relação a tal assunto.

Além disso, Nakhleh e Samarapungavan (1999) indicam que a teoria científica (cinética molecular) explica fenômenos como os estados da matéria, as mudanças de fase e a dissolução em termos das ações de entidades invisíveis (átomos e moléculas) que constituem a matéria. Portanto, estudantes que manifestam dificuldade com as noções cinéticas teriam dificuldade em entender os fenômenos apreciados na pesquisa.

Dessa forma, os autores investigaram o entendimento de crianças do três estados da matéria, seu entendimento das mudanças de estado da matéria, tal como a fusão do cubo de gelo, e seu entendimento do processo de dissolução. Na pesquisa, tinham como hipótese inicial que existiriam pelo menos dois tipos de entendimento presentes nas amostras: a) um nível puramente macroscópico que negociava somente com o tamanho, com as propriedades observáveis e não estendia isso em entendimento de composição e processo; b) um nível puramente microscópico de entendimento que olhava além do tamanho, das propriedades observáveis para explicar a composição e/ou o processo. Entre um nível e outro foram encontrados fases intermediárias, onde as noções microscópicas não se conservavam.

Uma maior coleção dessas fases intermediárias pode ser encontrada no estudo de Renström, Andersson e Marton (1990). A investigação desses autores abordou dois tópicos centrais no currículo de química: a transição entre fases (transformação física) e as reações químicas (transformação química). O objetivo da pesquisa foi revelar como estudantes, entre 13 e 16 anos, concebem a matéria. Em uma abordagem fenomenográfica, que envolveu vinte indivíduos, foram distinguidas seis diferentes concepções. A matéria foi entendida como: a) substância homogênea, b) unidades substanciais, c) unidades substanciais com “pequenos átomos”, d) agregado de partículas, e) unidades de partículas, e f) sistemas de partículas. As diferenças estariam relacionadas com a variação na estrutura interna de cada concepção.

No contexto da solubilidade, Ebenezer e Erickson (1996) empreenderam uma pesquisa sobre as intuições atomísticas de estudantes do secundário, na qual foram utilizados três sistemas químicos diferentes: a) açúcar e água; b) água, álcool e solvente de tintas; c) sal e água (em solução saturada). Conforme indicam, além de entrevistas clínicas, esses autores utilizaram desenhos dos estudantes para apoiar suas explicações. Entre seus resultados, demonstram a tendência dos estudantes em estender seu entendimento das propriedades dos materiais do nível macroscópico para o nível microscópico. Os autores ponderam que a interação e, também, a distinção entre as

propriedades macroscópicas e submicroscópicas é uma característica importante da química e crucial para o êxito no entendimento dos conceitos da química.

Resultados semelhantes foram obtidos por Valanides (2000a), em sua pesquisa com adultos, estudantes de cursos de formação de professores para a escola primária. As entrevistas clínicas com esses professores evidenciaram as suas dificuldades em interpretar as mudanças macroscópicas observáveis a partir de compreensões corpusculares, submicroscópicas. Observou-se, por parte dos sujeitos, um entendimento mais perceptual que conceitual. Eles tenderam a descrever que as moléculas sofrem as mesmas mudanças visíveis das substâncias, assim acreditavam, por exemplo, que elas expandem, contraem e fundem. A partir desses resultados, o autor, então, supõe que isso deporia contra o pressuposto piagetiano da universalidade dos estágios de desenvolvimento cognitivo.

As mudanças de estado da matéria, também, foram tema de uma série de pesquisas de Ruth Stavy (1990a e 1990b; Stavy e Stachel, 1985), que foram desenvolvidas em relação aos estudos sobre a conservação das quantidades físicas, de Piaget e Inhelder (1962/1971).

Em Stavy e Stachel (1985), buscaram evidenciar, através de entrevistas com o método clínico, como as crianças entendem o processo de fusão de um sólido inflamável (vela de parafina). Segundo as autoras, esse tipo de tarefa procura pôr em destaque a invariância de uma propriedade qualitativa (inflamabilidade) no processo de mudança de estado (a fusão da parafina), permitindo, também, buscar pelas relações entre as conservações qualitativas (identidade, inflamabilidade) e quantitativa (peso). Conforme sugerem as autoras, interpretando a idéia de Piaget e Inhelder, “esse tipo de conservação qualitativa, quando comparada com conservação quantitativa, não possui propriedade crucial de reversibilidade operacional”.

Nesse estudo, as autoras evidenciaram que as crianças menores não identificam a mudança de estado da matéria (de parafina sólida para líquida), mas sim uma transformação de material, de parafina para água, considerando, assim, a cera líquida como um líquido não-inflamável (água). Ou seja, as crianças não reconhecem a conservação da propriedade qualitativa de inflamabilidade no processo de fusão. Nesse sentido, as autoras indicam a ação recíproca entre o conhecimento lógico-matemático e o conhecimento físico, que “parece ser um processo pelo qual a criança pode gradualmente encontrar os limites em que seu conhecimento é corretamente aplicável”. Por fim, concluem que as diferenças de desempenho na conservação dependem do tipo

de material usado e que a experiência no mundo físico parece desempenhar um papel mais importante do que haviam esperado.

É interessante verificar que esses resultados são muito parecidos àqueles obtidos na pesquisa piagetiana sobre as mudanças de estado da parafina (Piaget e Garcia, 1971), conforme brevemente descrito na seção anterior, embora Piaget declare que as crianças menores interpretam que a água emana da vela. Cabe ainda registrar que nas pesquisas sobre a fusão da parafina, sugeriu-se utilizar uma vela colorida, de forma a evitar a possível confusão entre parafina líquida e água, ambos líquidos transparentes (Piaget e Bliss, s/d).

Em outras pesquisas, Stavy (1990a e 1990b) amplia os materiais que são utilizados nas tarefas de mudança de estado, investigando as compreensões das crianças para a evaporação da acetona e para a sublimação e cristalização do iodo (Stavy, 1990a). Em outro estudo (Stavy 1990b) desenvolve uma comparação entre as compreensões infantis para: a deformação da plasticina, dissolução do açúcar, expansão da água em aquecimento, fusão do gelo, fusão da parafina, evaporação da acetona e sublimação do iodo.

No estudo com as mudanças de estado da acetona e do iodo, Stavy (1990a) desenvolve sua análise em relação à imagem mental das crianças, reportando-se diretamente a Piaget e Inhelder (1962/1971). É interessante notar que a autora parece desconhecer, porque não as cita, as obras sobre a imagem mental (Piaget e Inhelder, 1966/1977), que estiveram mais relacionadas a noções de espaço e de geometria, e sobre as explicações causais (Piaget e Garcia, 1971), que abordaram, por exemplo, as mudanças de estado da matéria.

Então, em relação às propriedades da matéria, conforme Stavy (1990a) interpreta os resultados de Piaget e Inhelder (1962/1971), a imagem mental que existiria nos estágios iniciais do desenvolvimento da criança poderia ser caracterizada da seguinte forma:

- a) A matéria não tem um aspecto permanente, quando a matéria desaparece do campo de visão (por exemplo, quando o açúcar é dissolvido em água), ela deixa de existir.
- b) A matéria tem um cerne material em que várias propriedades aleatórias, que tem existência independente, estão ligadas. Assim, a matéria pode desaparecer, entretanto suas propriedades (como a doçura) podem continuar existindo completamente independente dela.

- c) O peso não é uma propriedade intrínseca da matéria. A existência de matéria sem peso pode ser aceita.
- d) Transformações físicas simples (como a dissolução) não são compreendidas como reversíveis.

Conforme a autora, ainda interpretando Piaget e Inhelder, essa imagem mental inicial caracterizaria o pensamento da criança jovem e desapareceria quando o pensamento operatório aparecesse. Entende, ainda, que a existência de uma imagem similar entre pessoas adultas e educadas poderia sugerir que o pensamento operatório não poderia, completamente, subjugar a imagem mental intuitiva da matéria. Assim sendo, prevê, como hipótese de pesquisa, que é possível que essa imagem continue a existir em idades mais avançadas – foram entrevistadas clinicamente crianças entre 9 e 15 anos – e é provável que se expresse sobre circunstâncias como a mudança de estado, de sólido para líquido ou de líquido para gasoso.

Em relação às noções estudadas, os resultados obtidos na pesquisa podem ser resumidos da seguinte maneira:

- 1) *A matéria é concebida como um objeto concreto, sólido.* Observou-se que crianças, entre 9 e 11 anos, concebem a matéria como alguma coisa concreta e sólida. Gás e líquido não são percebidos como matéria. Alguns exemplos de explicações para a tarefa de sublimação do iodo podem sustentar essa observação: “a cor no tubo vem da matéria que estava antes ali”, “não há matéria, somente cor púrpura”<sup>4</sup>, “o cristal foi aquecido e a matéria desapareceu” e “o gás não pode voltar a ser matéria”<sup>5</sup>. O gás púrpuro que

---

<sup>4</sup> As aspas nesse parágrafo se referem aos excertos das falas dos sujeitos entrevistados.

<sup>5</sup> Entretanto, deve-se registrar algumas possíveis implicações lingüísticas. As frases entre aspas foram traduzidas, no original o termo ‘matéria’ consta como ‘matter’, que também poderia ser traduzido por ‘coisa’ ou ‘nada’, dependendo da frase. Caberiam algumas perguntas: como a pesquisa foi feita em Israel, as crianças responderam em hebreu ou em inglês? Se foi feita em hebreu, qual é a palavra equivalente? Ela tem o mesmo uso frequente e de múltiplos propósitos, como ‘matter’, em inglês? No português, a palavra ‘matéria’ não assume os mesmos múltiplos usos que no inglês, seu uso é mesmo muito menos frequente. No nosso vocabulário, ‘coisa’ cumpre muitas das funções do ‘matter’, em inglês. Dessa forma, até que ponto o uso do termo ‘matter’ (ou de seu derivado em hebreu) feito pelas crianças se refere ao sentido que se está analisando no artigo?

Há de se levar em conta a aquisição da diferença semântica na criança e isso não é fácil de ser transposto de uma língua para outra língua, ainda mais quando possuem raízes diferentes. No português, entendendo que seriam as seguintes frases possíveis na fala das crianças: “a cor no tubo vem da *coisa* que

ficou no tubo de ensaio não é compreendido como matéria por essas crianças, entretanto o cristal sólido de iodo, que antes estava no tudo, é concebido como matéria.

- 2) *A criança concebe a matéria como sendo feita de um núcleo material e propriedades não materiais como cor, cheiro, inflamabilidade ou peso.* Essas propriedades podem ser dissociadas do material, especialmente, quando o material sofre uma mudança em seu estado físico. O odor pode escapar do material e ele ficar sem cheiro, ou o material pode desaparecer e deixar suas propriedades de cor, cheiro ou doçura, por exemplo.
- 3) *A criança acredita que a matéria existe quando existe evidência de sua existência.* Dessa maneira, a matéria não deve ser sólida ou líquida para ser concebida como matéria, mas deve haver evidência perceptual de sua existência. Ela deixa de existir quando a evidência desaparece. Além disso, a propriedade visual da cor provê muito mais evidência da existência da matéria do que o odor.
- 4) *O peso não é visto como uma propriedade intrínseca da matéria.* Pode existir matéria sem peso, ou o peso pode mudar com o estado da matéria. Verificou-se que as crianças constroem um conjunto de regras intuitivas que guardam correlação entre o peso da matéria e seu estado. As regras perceptivas achadas foram as seguintes: o gás não tem peso; o gás sempre pesa menos que o líquido (sólido); o peso do gás (em um sistema fechado) é igual ao do líquido ou sólido do qual ele é derivado.
- 5) *A matéria é composta de partículas e o estado da matéria é explicado de acordo com o arranjo dessas partículas.* Notaram-se poucos casos em que os sujeitos mencionaram partículas, embora eles interpretassem que partículas densas são mais pesadas do que partículas rarefeitas. As crianças adotaram uma teoria de partículas para sua própria concepção, de acordo que sólidos pesam mais que gases. Conforme indica a autora, a teoria das partículas não está internalizada e não se torna útil para maioria dos estudantes (mesmo para 85% dos alunos entrevistados de maior escolaridade), embora eles tenham visto isso na escola.

---

estava antes ali”, “a cor no tubo vem do *que* que estava antes ali”, “a cor no tubo vem *daquilo* que estava antes ali”, “a cor no tubo vem *disso* que estava antes ali”, e “não tem *nada* no tubo, só cor”.



A partir desses dados de pesquisa, Stavy (1990a) faz uma análise em relação à obra piagetiana sobre a conservação das quantidades físicas e tenta supor os elementos que poderiam justificar a decalagem horizontal que ela supõe ter encontrado. A autora reporta que, como evidenciado em sua pesquisa, as operações concretas não seriam suficientes para lidar com certas tarefas de conservação. Dessa forma, postula que seria necessário conhecimento específico sobre a mudança de estados, isto é, as propriedades da quantidade em questão e os contornos nos quais a lei de conservação é válida. Nesse sentido, observa que a criança não teria experiência empírica direta que poderia lhe levar para as leis de conservação da matéria. Ainda mais, infere que em muitos casos de transformação química, as deduções lógicas relacionadas à reversibilidade e identidade não poderiam ser feitas (são processos irreversíveis e a identidade da matéria não é conservada durante o processo químico), entretanto, a matéria é conservada.

Assim, a autora desenvolve a questão, que também é a questão de fundo desta tese de doutorado: “porque as crianças não usam essas operações lógicas para resolver todos os problemas de conservação”?

Entretanto, diferente do que venho abordando e irei abordar no decorrer desta tese, em que me apoio sobre um referencial teórico essencialmente piagetiano, Stavy (1990a e 1990b) busca explicações, possivelmente, relacionadas à Teoria do Processamento da Informação, mas o faz sem citações bibliográficas. Vejam-se dois extratos explicativos:

1) “Quando defrontado com um problema, e suas representações internas, diferentes pedaços (*bit*, no original) de um conhecimento da criança (declarativo, operativo, ou outro tipo de conhecimento relevante) são ativados ou estimulados. Esses pedaços competem com outros sobre o mecanismo de resolução do problema, de tal modo que em um dado momento, o conhecimento mais forte (que é determinado pela experiência e pelo *input* perceptual) sobrepuja todos os outros pedaços de conhecimento. Esse conhecimento afetará a pessoa em sua solução do problema. Então, mesmo se o conhecimento apropriado existir no sistema cognitivo da criança, ele não será sempre expresso na solução do problema. Essa explicação nos possibilita entender a decalagem horizontal encontrada nesta pesquisa e em outras relacionadas a problemas de conservação de peso e o desenvolvimento não-linear do sucesso nestas tarefas” (Stavy, 1990a).

2) “Os diferentes pedaços de conhecimento podem dar suporte temporário para os *inputs* perceptuais imediatos da tarefa. Por exemplo, elementos visuais como a cor, podem suportar o aparato lógico apropriado com o qual o pupilo conservará peso durante o processo de evaporação do iodo, mas não no processo de evaporação da acetona. O efeito de tais elementos visuais suportando o sistema de conhecimento apropriado pode ser devido às baixas quantidades de informação que o pupilo possa guardar em sua memória de trabalho. O pupilo vê a substância e não tem de lembrar o que ela era antes”(Stavy, 1990b).

Existem outros exemplos de pesquisas (Benloch, 1993; Valanides, 2000b) ou de revisão de literatura (Henriques, 2000) que envolvem noções corpusculares.

Em uma revisão da literatura sobre as concepções espontâneas de crianças sobre os fenômenos climáticos, Henriques (2000) indica que elas tendem a desenvolver seus próprios modelos para explicar as mudanças de estado da matéria e que, algumas vezes, o fazem por metáforas com o ciclo das águas.

Em sua tese de doutorado Benloch (1993) teve por objetivo conhecer as teorias de crianças e de adolescentes acerca da expansão do ar devido a uma mudança de temperatura, além de examinar a persistência e as mudanças que sofrem as crenças dos sujeitos acerca dos conceitos de ar e de calor. A tarefa utilizada nas entrevistas clínicas consistia em levar um erlenmeyer contendo apenas ar, com um balão em seu bocal, ao aquecimento com chama. Dessa forma, como a transparência do ar impede que se enxergue no erlenmeyer ou no balão, o enchimento desse pode dar lugar a diferentes idéias acerca da localização do ar. Assim, perguntou-se às crianças sobre a previsão, descrição e explicação do fenômeno por elas observado. Também se solicitou que elas desenhassem uma representação do fenômeno e, após, indicou-se desenhos com diferentes alternativas de representação para que o sujeito escolhesse o que julgasse mais adequado.

A autora coloca essa sua pesquisa, também, em relação ao estudo piagetiano sobre a conservação das quantidades físicas (Piaget e Inhelder, 1962/1971), inferindo que ele deixara de lado, nesse momento, alguns aspectos físicos causais do problema, como a parte cinemática relacionada aos modelos atomísticos, em que o movimento das partículas é a grande ausência. Os aspectos dinâmicos da física, também, foram

estudados na manifestação espontânea da criança por Viennot (1979), mas sem que ele tivesse os estudado em relação aos modelos corpusculares.

Então, ainda que as análises quantitativas e qualitativas de Benlloch sejam mais ricas, para o que interessa a esta tese, são descritos apenas alguns resultados obtidos em sua pesquisa. As teorias que os sujeitos expressaram para o enchimento do balão foram:

- a) Inicialmente o recipiente de vidro se encontra vazio. Com o aquecimento, ocorre entrada de matéria no vidro que acaba por encher o balão. A matéria que vem de fora e atravessa o vidro pode tanto ser vista como ar quanto como calor, o que indicaria uma compreensão substancialista.
- b) O recipiente tanto pode ter ar como estar vazio, ao início. Com o aquecimento do vidro, ocorre a criação ou produção de matéria (ar ou oxigênio, por exemplo) dentro do vidro, que, posteriormente, desloca-se para o balão por efeito do calor, podendo esse ser interpretado de forma substancialista ou não.
- c) Ao início, existe ar dentro do vidro. Com o aquecimento, não se altera o volume do ar, mas sim ocorre seu deslocamento, de forma compacta, do erlenmeyer para o balão. A parte de baixo do vidro, próximo à chama, fica vazia, como um vácuo. O ar se desloca porque é empurrado pelo calor, podendo ou não ele ser concebido de forma substancialista.
- d) Existe ar dentro do vidro e o ar é composto por partículas. Quando aquecido, as partículas que fazem parte do ar crescem ou são dilatadas, ocorrendo o aumento do volume do ar e, por isso, o balão se enche.
- e) Existe ar dentro do vidro e o ar é composto por partículas. Quando aquecido o ar, as partículas que o formam se agitam e se distanciam umas das outras, provocando um aumento do volume de ar e o enchimento do balão.

Os resultados obtidos com essas teorias, quando relacionadas às idades de seus enunciantes, na análise quantitativa, indicam que ocorre uma mudança teórica com o incremento da idade, tendendo em idades mais avançadas serem apresentadas noções mais desenvolvidas, do ponto de vista lógico e físico.

As concepções de adultos sobre a produção de vapor e, posterior, liquefação em um aparato de destilação foram investigados por Valanides (2000b). O método de pesquisa e os resultados a que chega são muito similares aos encontrados em Valanides (2000a), ou seja, a maioria dos sujeitos – futuros professores de escola primária em formação inicial – mostraram uma limitada compreensão dos modelos corpusculares da

matéria e fizeram pouca conexão entre as mudanças macroscópicas observáveis e a maneira como os corpúsculos se encontram em conjunto e como se movem uns em relação aos outros. Um outro resultado, que é relevante ao que se está abordando, é que quase todos os sujeitos atribuíram as propriedades macroscópicas dos materiais aos próprios constituintes submicroscópicos. Assim, por exemplo, quando houve expansão de volume, isso ocorrera porque as moléculas (ou outro corpúsculo qualquer) teriam dilatado.

A partir dos resultados de suas investigações com adultos, Valanides faz a crítica à universalidade da teoria dos estágios de Piaget, em especial às operações formais. Sua crítica seria considerada superficial e pontual, se comparada com a de Broughton (1984), que desconfia da viabilidade da teoria desenvolvimentista de Piaget como um todo. Outros psicólogos do desenvolvimento chegam a postular a existência de outros estágios, pós-formais, adiante daquele caracterizado pelas operações formais (Commons, Trudeau, Stein, Richards e Krause, 1998; Fischer e Kenny, 1986; Fischer, Hand e Russell, 1984; Labouvie-Vief, 1984 e 1992; Sternberg, 1984).

Como foi abordado em outras seções, a atenção teórica de Piaget esteve voltada à elaboração de um modelo para a teoria do conhecimento que desse conta do desenvolvimento das operações lógico-matemáticas, em sua relação com a realidade física, entre o início da vida e a adolescência, quando se constituiriam as condições necessárias e suficientes para o surgimento e consolidação das operações lógico-matemáticas formalizadas, por isso independentes do conteúdo. Nesse sentido, não é de se estranhar que tenha dado pouca atenção ao funcionamento cognitivo na idade adulta. Apesar de pouco ter escrito sobre o assunto, não se deve negligenciar a atenção que ele dedicou a tal (Piaget, 1972 e 1987a).

Inicialmente, em concordância com Lourenço (1992), em sua bela resposta às maiores críticas da obra piagetiana, deve-se observar as revisões introduzidas por Piaget (1972) em sua teoria e ao papel do pensamento formal nela. Nesse artigo, que é muitas vezes ignorado por seus críticos, pode ser notado que Piaget:

- 1) modificou sua posição quanto às idades aproximadas para a emergência do pensamento formal, se antes (Inhelder e Piaget, 1970/1976) supunha entre os 11/12 e 14/15 anos, então admitia uma nova faixa etária, que seria entre os 15 e 20 anos;
- 2) defendeu a sua dependência do contexto, tornando-o menos epistêmico, ou seja, menos freqüente em qualquer sujeito e menos generalizável a domínios

diferenciados (por exemplo, ele citara as dificuldades possíveis à emergência do pensamento jurídico); e

- 3) acrescentou, em suas últimas obras sobre o possível e o necessário (Piaget, 1981/1986 e 1983/1987b), que o desenvolvimento é uma contínua abertura a novas possibilidades e que, portanto, é um processo que não tem fim. Em relação à realidade de física se pode encontrar sua posição sobre a transição de teorias na obra em que propõe a relação entre psicogênese e história das ciências (Piaget e Garcia, 1983/1987). Nessas transições pode ser observado o papel das abstrações empíricas e reflexionante nos movimentos de aberturas possíveis às novas hipóteses, bem como o papel das integrações e generalizações conceituais necessárias a domínios mais extensos ou novos.

As condutas cognitivas de adultos, também, foram brevemente tratadas por Piaget (1987a) na introdução da seção que trata do tema no volume sobre psicologia, da *Encyclopédie de la Pléiade*, que ele co-organizou. Nessa introdução, em que depois evoca o que elaborara em Piaget e Garcia (1983/1987), encontra-se o seguinte:

“Os diferentes estágios das condutas cognitivas são, de fato, caracterizados por invenções contínuas de estruturas. (...) O pensamento formal do adolescente marca uma nova etapa mas, quando se torna adulto, uma distinção fundamental ainda resta por fazer se se quer dominar os problemas da organização cognitiva. Falando apenas de extremos, há, de uma parte, o adulto “que chegou”, que não inventa mais nada, mas *utiliza e explora aquilo que ele tem apreço*, e se pode concordar que a seu respeito se está na presença de um estágio “último”, salvo que não se trata mais de um estágio no mesmo sentido que os precedentes, pois nele não há mais criatividade. Mas há, no outro extremo, o adulto criador em todos os domínios (ciências, artes, técnicas, moral ou causas sociais a defender, etc.) e, na perspectiva do desenvolvimento, seria inteiramente rejeitado não considerar essas construções como a autêntica continuação dos processos formadores, cujas raízes nós procuramos na criança. (...) Dito isso, nos parece, então, indispensável apontar (...) dois grandes problemas, não abordados nos capítulos que seguem: aquele da construção de novas estruturas operatórias ao nível do pensamento científico, e aquele das escalas de valores ligadas a essa pseudo-

faculdade que batizaram pelo nome de “vontade” e que é em realidade a correspondente das operações sobre o terreno energético” (grifos meus; pp. 847-848).

Conforme Lourenço (1992), “o aparecimento tardio dessas obras deve ser além de outras, uma razão para os críticos continuarem a dizer que Piaget fez parar o desenvolvimento na adolescência” (p. 104). Cabe, ainda registrar, como advertem Ferreiro (2001) e Parrat-Dayan (2000), que tais obras, bem como aquelas sobre a tomada de consciência (Piaget, 1974/1977a e 1974/1978) e sobre a equilibração (Piaget, 1977b), devem ser entendidas em articulação com o seu amplo projeto de pesquisa sobre a causalidade (Piaget e Garcia, 1971).

Entretanto, entre alguns psicólogos do desenvolvimento que estudam a idade adulta podem mesmo ser encontradas manifestações que refletem essa visão de conjunto da obra piagetiana.

Bidell e Fischer (1992), por exemplo, entenderam que no final da carreira de Piaget, um projeto de pesquisa substancial foi devotado para as questões sobre os mecanismos pelos quais as estruturas cognitivas emergem e mudam. Assim destacam o modelo da abstração reflexionante (Piaget, 1977/1995), do qual depreendem que o conhecimento é construído pensando sobre, ou refletindo sobre, ações em situações específicas. Portanto, acrescentam que, embora esse trabalho fosse geral e, dessa forma, orientado às questões da transição dos estágios mais que à aquisição específica, ele sem dúvida abre uma importante direção de pesquisa que trata a relação construtiva entre ação e pensamento.

King (1986) e Blackburn e Papalia (1992), por sua vez, destacam os trabalhos posteriores de Piaget sobre o possível e o necessário (Piaget, 1981/1986 e 1983/1987b), relacionando com o pensamento operacional formal. Dessa forma, esses autores compreendem que a característica central desse pensamento, do qual todas as características são derivadas, é encontrado em sua orientação para o possível e o hipotético. Em contraste com as operações concretas, uma nova relação existe entre o real e o possível. Assim, King destaca três características derivadas:

- 1) o processo que mais adequadamente caracteriza o raciocínio do possível (por exemplo, o que pode ser ou pode estar) para o atual (por exemplo, o que é agora ou o que está nesse momento) é o raciocínio hipotético-dedutivo, onde hipóteses pré-determinadas podem ser refutadas pela referência a dados relevantes;

- 2) enquanto que o pensador operacional concreto é somente hábil para organizar (por exemplo, classificar ou seriar) objetos ou eventos, o pensador operacional formal pode também construir proposições sobre esses dados e explorar caminhos em que eles podem ser logicamente relacionados (por exemplo, por disjunção);
- 3) por fim, a habilidade para gerar sistematicamente uma lista de todas as variáveis relevantes, tanto individualmente quanto em todas as combinações possíveis. Essa estratégia assegura que uma completa lista do possível esteja disponível, uma lista da qual o real pode ser identificado.

Assim, conforme destacam Blackburn e Papalia (1992), essa visão coloca a ênfase mais no possível que no real e implica que o que existe são sentidos em que esse é verdade. Ou seja, alguma teoria hipotética inicial representa somente uma das muitas possíveis, e a realidade empírica predita ou deduzida da teoria é ela mesma somente uma possibilidade.

Encontra-se, ainda, nesses últimos autores sugestões sobre a direção de pesquisas futuras sobre a cognição adulta utilizando o modelo piagetiano. Eles depreendem que podem ser utilizadas as próprias tarefas piagetianas, que foram desenvolvidas para o uso com crianças e com adolescentes, em estudos com adultos. Nesse sentido, fazem uma importante ressalva, em forma de questão: as respostas que parecem infantis significam a mesma coisa para a pessoa adulta, como o que ocorre para a criança? Eles trazem um interessante exemplo, embora alguns adultos possam justificar respostas não conservativas oferecendo explicações pré-lógicas (por exemplo, “que a salsicha pesa mais porque ela é mais longa”), outros falham em tais tarefas porque eles podem mal interpretar ou complicar as demandas da tarefa, ou porque eles estão respondendo às tarefas de um modo orientado pela realidade. Assim supõem que esse tipo de resposta poderia refletir uma complexidade no pensamento e uma orientação baseada na realidade, mais que uma inabilidade para a conservação. Por isso, dever-se-á utilizar uma abordagem de pesquisa que permita diferenciar entre uma verdadeira falta de habilidade para resolver a tarefa e falhas devidas à má interpretação das exigências da tarefa ou outros fatores estranhos.

Dessa forma, Blackburn e Papalia sugerem que a pesquisa futura nessa área deva atender ao desenvolvimento e emprego de um método clínico flexível, como parte de um procedimento a determinar os significados precisos dentro de respostas particulares, assim como no método clínico original de Piaget, que será abordado no próximo

capítulo deste projeto. Mas antes de chegar a ele ainda há coisas que faltam ser abordadas.

Anteriormente, destacou-se que Nakhleh e Samarapungavan (1999) indicavam uma relativa divergência entre psicólogos desenvolvimentistas e educadores em ciências. Como é interessante notar que em tal postulação não foi abordada uma série de pesquisas em psicologia do desenvolvimento, sobre a conservação das quantidades físicas, conduzidas por um grupo de autores mais próximos a Piaget (Bovet, 2000; Bovet, Baranzini, Dami e Sinclair, 1975; Bovet, Domahidy-Dami e Sinclair, 1982; Bovet, Parrat-Dayan e Vonèche, 1987a e 1987b), assim no sentido de respeitar sua obra quando se quer expandi-la à novos domínios, cabe relatar um pouco dessas pesquisas.

Inicialmente, existem as pesquisas baseadas na aquisição da noção de conservação de volume (Bovet, Baranzini, Dami e Sinclair, 1975; Bovet, Domahidy-Dami e Sinclair, 1982), que evidenciam a dependência entre as estruturas lógicas e as noções de causalidade física.

Conforme descrito em Piaget e Inhelder (1962/1971), a conservação de noções de matéria, peso e volume não são adquiridas ao mesmo tempo pelas crianças pequenas. De acordo com os resultados obtidos nos experimentos descritos nesse livro, a noção de conservação da matéria precede a do peso em 1 ou 2 anos, e essa precede a noção de conservação do volume por outros 2 anos ou mais. O que evidenciaria uma decalagem na aquisição das noções de conservação.

O estudo da conservação de volume foi feito, como já se descreveu na seção anterior, a partir das experiências de imersão de objetos de plasticina em água, bem como a dissolução do açúcar em água. Segundo indicam Bovet e colaboradoras (1982), em problemas de conservação de volume, quando os objetos sólidos são imersos em água, tanto as crianças de 8 e 9 anos de idade quanto os adolescentes mencionam muitas idéias sobre a pressão d'água no objeto, flutuação, rapidez da queda e a possibilidade da água penetrar no objeto, por exemplo. Nessas idades, essas intuições sobre causalidade física servem para justificar julgamentos de não-conservação. Por contraste, os adolescentes, entre 12 e 15 anos, mencionam essas idéias como hipóteses científicas que podem ser testadas por experimentos, e eles muitas vezes propõem fazer experimentos.

Em função das justificações de não-conservação das crianças jovens se pode fazer o questionamento: o que aconteceria se a interação implicada na situação experimental fosse aquela entre dois sólidos mais do que entre um sólido e um líquido?



Dessa forma, Bovet e colaboradoras (1975 e 1982) utilizaram como tarefa objetos sólidos, como cubos e chapas encaixáveis, que foram imersos em um recipiente contendo uma certa quantidade de um outro sólido, flocos de milho, substituindo o indicativo de medida líquido (água) das experiências piagetianas.

Em suas investigações, constataram que, quando se propõe aos sujeitos esse tipo de tarefas, nas quais são deliberadamente eliminados certos aspectos da dinâmica física da quantificação da noção de volume, não se encontram mais as referências do sujeito ao fator peso como determinando a elevação da medida. Nas crianças de 7-8 anos se observou uma pré-noção precoce de conservação da voluminosidade, no sentido que a noção de lugar ocupado se conserva através das diversas transformações operadas. Nas crianças em torno de 9 anos se notou que atingiam os conceitos de conservação de volume e de peso estático simultaneamente.

Assim, cabe notar o que esses resultados apresentam de importante para o conceito de decalagem. Conforme concluem as autoras, os resultados mostram que a observada decalagem entre a conservação do peso e aquela do volume e da densidade é devida a situação experimental da tarefa. A tarefa de conservação do peso é apresentada de uma maneira que para a criança não evoca fatores dinâmicos fortes o suficiente para neutralizar seu raciocínio. Quando são feitas questões em contextos que traduzem as situações equivalentes para a criança, a decalagem desaparece.

Outras pesquisas foram desenvolvidas em relação à explicação causal, utilizando métodos de aprendizagem (Parrat-Dayán, 2001; Bovet, Parrat-Dayán e Vonèche, 1987a e 1987b). Conforme relata Parrat-Dayán (2001), a explicação causal não foi estudada ou foi muito pouco estudada pelos métodos de aprendizagem.

Nessas pesquisas, a tarefa proposta envolve o rebote de bolas contra paredes de materiais diferentes. Foram utilizados três materiais, que amplificam de maneira distinta os efeitos da compressão molecular consecutivas ao choque da bola contra a parede: a goma-espuma amplifica os efeitos da elasticidade; a plasticina amplifica os efeitos de não elasticidade; e o marfim de uma bola de bilhar, assim como o cimento de uma parede, apresenta efeitos de elasticidade que não são vistos mas que são dedutíveis. Os objetos apresentados à criança foram três bolas e três paredes desses materiais. Solicitou-se à criança explicar porque algumas bolas retornam e outras não quando eram lançadas horizontalmente contra uma parede.

Em uma das experiências, foi utilizado um método de aprendizagem chamado de “diálogo-dialético” (Bovet, Parrat-Dayán e Vonèche, 1987a). Esse método se

caracteriza por um modo particular de intervenção do experimentador, que sugere ao sujeito uma série de informações e de explicações contradizendo, apoiando ou completando as suas afirmações. Ou seja, esse método está baseado sobre a reciprocidade de informação e de explicação entre a criança e o experimentador, que colaboram na construção de um pensamento comum. Tal método, ainda, constitui-se uma extensão generalizadora das contra-sugestões piagetianas, no sentido de que o experimentador oferece sugestões de explicação à criança, entrando em relação dialética com ela, segundo uma interação mais vasta do que nos estudos transversais.

Os autores tinham como hipóteses que a confrontação de argumentos explicativos permitiria um melhor discernimento do real e que uma explicação complementar àquela do sujeito poderia suscitar um progresso no seu comportamento cognitivo.

Dois tipos de informações foram dados à criança: aquelas que se baseavam sobre as propriedades do objeto pertinente à resolução do problema e outras que sugeririam explicações parciais e locais necessárias à resolução final do problema por uma explicação causal coerente e geral. Essas informações seriam utilizadas pelas crianças apenas na medida em que elas correspondem, ao menos parcialmente, aos conhecimentos anteriores da questão e ao nível de seu desenvolvimento cognitivo.

Os resultados obtidos nessa pesquisa demonstraram que a maioria das crianças progrediu entre o pré e o pós-teste e que isso não se deu por simples repetição das explicações propostas pelo experimentador. Ao contrário, pôde-se mesmo observar uma elaboração cognitiva pessoal por parte da criança.

Outra experiência, que se valeu dos mesmos objetos e materiais, utilizou o método de aprendizagem conhecido por conflito cognitivo (Bovet, Parrat-Dayan e Vonèche, 1987b). Esse método consiste em provocar situações conflituosas entre as antecipações e as explicações do sujeito e as propriedades do objeto e o seu comportamento. Por hipótese, essas situações deveriam provocar no raciocínio do sujeito perturbações suscetíveis de serem fontes de ultrapassagem.

Entretanto, os dados obtidos na investigação com crianças entre 10 e 12 anos, através da comparação dos pré e pós-testes, não permitiram confirmar tal hipótese. Ou seja, as contradições – introduzidas pelo experimentador – encontradas ao logo da experiência não incitam os sujeitos a procurarem explicações mais elaboradas e melhor coordenadas.

Nesse sentido, foi realizada uma experiência de controle, com adolescentes, entre 15 e 17 anos, e com adultos. A experiência controle relevou que nesses sujeitos, onde se manifesta o pensamento formal, o problema da elasticidade invisível é resolvido.

Disso, pôde-se concluir que o método de aprendizagem baseado sobre o conflito cognitivo permitiu pôr em evidência o papel do objeto na construção de uma explicação causal, que embora necessário, não é suficiente.

Por fim, registra-se uma recente pesquisa de Bovet (2000), sobre o fenômeno de flutuação, com sujeitos adultos. A autora sugere que essa pesquisa pode ser instrutiva na medida em que resultados obtidos em outras investigações, com crianças e adolescentes, sobre as mesmas noções e tarefas apresentam poucas respostas corretas.

A tarefa envolveu os seguintes objetos e materiais: uma bola de plasticina que não flutua e outra que, transformada em “cuiá”, flutua; e dois ovos, um dos quais flutua em um recipiente (contendo apenas água) e afunda no outro (contendo água salobra). Foram entrevistados doze adultos, estudantes universitários procedentes de diferentes faculdades, exceto das faculdades de física, de química e de matemática. Sabe-se que todos eles freqüentaram aulas de física durante os estudos secundários, nos quais se tratou do fenômeno da flutuação. O objetivo da pesquisa foi verificar os modelos explicativos oferecidos pelos sujeitos e a forma de elaboração desse modelo quando o sujeito busca para si mesmo uma explicação satisfatória de um fenômeno físico.

Nesse sentido, pode-se fazer questões comparativas como: “esses percursos [do pensamento] são diferentes dos que caracterizam o pensamento da criança ou do adolescente? De que maneira poderíamos definir sua especificidade em relação ao pensamento adulto?” (p. 288). Em resposta a esses questionamentos, assim podem ser sintetizadas as conclusões a que chega a pesquisadora:

- 1) Os sujeitos adultos que participaram dessa experiência são relativamente cultos. Entretanto, em relação ao fenômeno da flutuação, muitos deles tiveram idéias imprecisas, oscilantes e mal-organizadas. Pode-se dizer que seus conhecimentos escolares, com muita freqüência, não são operacionais, aparecendo, em alguns casos, apenas na forma de frases isoladas. Os sujeitos se mostram incapazes de organizar suas reflexões pessoais para tal contexto e de criar um modelo explicativo satisfatório para eles, mesmo que se esforçassem para construir algum.

- 2) Todos os sujeitos entrevistados reconheceram os três principais agentes (o líquido, o objeto mergulhado e a gravidade) que intervêm no fenômeno da flutuação e, dentro dos parâmetros que compõem o objeto, tratam de diferenciar aqueles que o fazem flutuar e os que, pelo contrário, o impedem. Entretanto, no que diz respeito à gravidade, os sujeitos consideraram que ela atua fundamentalmente sobre o objeto, “nenhum deles faz a mínima alusão ao fato de que a gravidade atua também sobre a água, da mesma maneira que atua sobre os sólidos” (p. 322). Assim, a densidade da água não figura nos modelos explicativos, é a densidade do objeto ou o peso deste que predomina.
- 3) Há nítidas diferenças entre crianças e adultos durante a tarefa: “A forma como os adultos reflexionam e as perguntas que formulam sobre o problema da flutuação sugerem que a construção do conhecimento passa por várias etapas; em princípio, uma das mais importantes é a de comparar uma explicação – no sentido literal e figurado do termo – interrogar o objeto e dialogar mentalmente com ele. Os sujeitos desta investigação mencionam diferentes parâmetros, detêm-se um momento em cada um, vão mais além, sem decidir de forma definitiva se o fator em jogo é ou não pertinente. Não é habitual que um dos parâmetros seja eliminado definitivamente; costuma-se deixá-lo momentaneamente de lado, para examiná-lo melhor posteriormente” (p. 322).
- 4) Entretanto, existem semelhanças entre o pensamento adulto e o da criança: “Os adultos têm dificuldade em estabelecer semelhanças entre as diferentes situações, coisa que os incitaria a buscar um modelo explicativo de conjunto. Como ocorre com as crianças (...). Assim, raciocinam como se um mesmo fenômeno pudesse ser explicado por fatores diferentes segundo os contextos ou como se a flutuação não fosse um fenômeno único mas que agrupasse muitos outros” (p. 323).

Em relação à segunda das noções que se pretende estudar com esta tese de doutorado, pode-se verificar que existem poucas tarefas nas pesquisas de Piaget, ou nas de seus continuadores, que envolveram a noção de transformação química. Um exemplo, talvez o único, encontra-se no Capítulo 7 de Inhelder e Piaget (1970/1976), que trata sobre as combinações de corpos químicos coloridos e incolores. O objetivo dessa tarefa foi evidenciar o desenvolvimento da lógica operatória. Nada no

questionário leva a crer que foram feitas perguntas sobre a causalidade dos fenômenos químicos observados. Ressalva-se, entretanto, que a obra de Piaget serviu e continua a servir de inspiração para diversas propostas pedagógicas na área de educação em química (Good, Kromhout e Mellon, 1979; Good, Mellon e Kromhout, 1978; Herron, 1975; Nurrenbern, 2001).

Portanto, uma vez que não se conhecem pesquisas piagetianas que tenham abordado a transformação química - modificação da matéria e de suas propriedades com conservação da massa total - a investigação pretendida é inédita e, por isso, demanda reconstruções conceituais complexas. Entende-se que esta investigação pode colaborar com a expansão da obra de Piaget, principalmente por focar uma noção que é considerada muito abstrata, a noção de transformação química.

Nesse sentido, algumas pesquisas em educação em ciência podem ser ilustrativas e indicariam possíveis orientações para a investigação pretendida (Ahtee e Varjola, 1998; Barker, 2000; Barker e Millar, 1999; Gomes, 1998; Gomez, Pozo e Sanz, 1995; Haidar e Abraham, 1991; Hesse e Anderson, 1992; Johnson, 2000; Maldaner e Piedade, 1995; Mortimer e Miranda, 1995; Tsaparlis, 2003).

Uma ampla revisão de pesquisas que indicam as concepções espontâneas ou intuitivas de sujeitos (crianças, adolescentes e adultos) para as principais noções relacionadas à química pode ser encontrada em Barker (2000). Entretanto, para os propósitos desta tese, são destacadas apenas as concepções sobre reações químicas. Barker mostra que os sujeitos têm dificuldade em reconhecer quando uma reação química ocorre e muitos deles não conseguem diferenciar consistentemente uma transformação química de uma mudança de estado da matéria, que é uma transformação física. Essa dificuldade é exemplificada através de reações químicas específicas como, por exemplo, a origem da ferrugem, a queima de uma fita de magnésio e a queima de uma vela. A partir da revisão de pesquisas sobre essas reações, a autora conclui que as evidências sugerem que as crianças podem pensar sobre reações químicas usando diversos modelos:

- a) elas podem aplicar um modelo de mudança de estado para uma reação que envolva oxigênio atmosférico, negligenciando o fato que uma nova substância foi formada;
- b) elas podem transmutar os elementos químicos à vontade; por exemplo, o magnésio pode se transformar em carbono ou a cera da vela em energia, sendo essa entendida de forma substancialista; e

- c) elas podem usar um modelo de “modificação”, explicando que a ferrugem encontrada em uma agulha veio de dentro dela ou que o gás produzido por um tablete efervescente em água já estava presente no próprio tablete, mas de alguma forma diferente.

Por fim, Barker busca compreender o que poderia justificar a validade desses modelos, que ela chama de deficientes, por parte das crianças. Ela cita duas razões. A primeira, em muitas reações químicas estão envolvidos gases, para os quais os sujeitos costumam apresentar problemas de compreensão. Muitas vezes, os gases não são entendidos como substâncias e pensa-se que eles não têm massa ou, ainda, confunde-se massa com densidade e gases mais densos que o ar podem ser interpretados como um tipo especial de fluido, podendo ser líquido, gasoso ou algum outro estado desconhecido. A segunda, os modelos corpusculares deficientes dos sujeitos contribuem para esse tipo de dificuldade. Dessa forma, sem realmente compreender o que ocorre em um nível molecular, submicroscópico, os sujeitos geram suas próprias idéias alternativas.

Hesse e Anderson (1992) sugerem que os sujeitos podem apresentar dificuldades com raciocínios de conservação e com os esboços explicativos. Quanto à conservação, muitos estudantes não predizem ou explicam a conservação de massa em reações químicas. Nesse tipo de transformação, por exemplo, não poderiam ser utilizadas as operações envolvidas nos raciocínios de conservação, conforme atribuídas por Piaget e Inhelder (1962/1971). Nas reações químicas, o raciocínio de reversibilidade não poderia ser utilizado, sugerem Hesse e Anderson, pois os reagentes são destruídos e substituídos por novas e diferentes substâncias. Dessa forma, parece bastante razoável supor que sujeitos em idade equivalente ao secundário (entre 12 a 15 anos) tenham dificuldades com raciocínios de transformação química. Quanto aos esboços explicativos, muitos sujeitos demonstram uma preferência por explicações baseadas em analogias superficiais com eventos cotidianos ao invés de explicações que envolvam modelos corpusculares. Por exemplo, a ferrugem é entendida como um apodrecimento.

Em uma pesquisa com questionário escrito, envolvendo fenômenos físicos e químicos, Tsaparlis (2003) observou os mesmos padrões de resposta, e de equívocos, em estudantes universitários e de secundário. Por exemplo, materiais gasosos causam sérios problemas para compreensão dos estudantes. Muitos estudantes responderam o questionário com base na regra “a liberação de gases é um indicador de reação química” e, assim, supõem que a evaporação da água de colônia em um vidro é um exemplo de

fenômeno químico, pois o vapor seria o resultado de uma reação química. Além disso, o autor sugere que a identificação e a compreensão de transformações químicas pressupõe a aquisição do conceito de reações químicas.

Mortimer e Miranda (1995) apontam que os estudantes dificilmente reconhecem similaridades entre fenômenos que têm aspectos perceptivos bastante diferenciados. Haveria dificuldade de reconhecer o que há de comum entre fenômenos tão diferentes como a combustão de uma vela, o enferrujamento de um prego e a dissolução de um comprimido antiácido. Os autores indicam que a conservação da massa, talvez, seja a principal via para os alunos na passagem do nível fenomenológico para o atômico-molecular. Portanto, sugerem investigar as entidades que se transformam e as que permanecem constantes nos fenômenos classificados como reações químicas.

Em uma transposição didática sobre o fenômeno químico, por exemplo, Gomes (1998) utiliza a dissolução e a formação de precipitado, de modo a levar o aluno a conceituar, com base em evidências macroscópicas, o que se entende por reação química. As tarefas incluem: a explicação da dissolução do permanganato de potássio na água, sem agitação; a explicação da liberação de gás e da liberação de calor durante a interação do zinco com o ácido clorídrico; a explicação para a formação do precipitado de cor amarela durante a interação de soluções aquosas incolores de iodeto de potássio e de nitrato de chumbo.

A relação dos experimentos sobre fenômeno químico e a característica das perguntas a serem feitas para oportunizar uma aprendizagem construtivista está presente na literatura em educação química. Por exemplo, Maldaner e Piedade (1995) sugerem questões para se entender a reação química: as condições para uma reação química ser iniciada, a manutenção da transformação e o consumo de substância na reação química com o consumo de uma das substâncias reagentes. Entre as experiências relacionam: a queima de uma vela em sistemas aberto e fechado, a formação de ferrugem, a precipitação de iodeto de chumbo (sólido amarelo) a partir da reação entre soluções aquosas de iodeto de potássio e nitrato de chumbo, a reação entre ácido clorídrico e um pedaço de zinco em sistemas aberto e fechado, a dissolução de um comprimido antiácido efervescente em água, em sistema aberto e fechado e a queima de lã de aço. No desenvolvimento dessas experiências, solicitam aos alunos que respondam as seguintes perguntas: 1) que substância ou substâncias se transformam?; 2) de que para que elas se transformam?; 3) por que acontece a transformação?; 4) a massa do sistema

antes da transformação ( $m_1$ ) é maior, igual ou menor que a massa do sistema depois da transformação ( $m_2$ )? Por quê?

Há justificativas para tais perguntas. A primeira, refere-se às entidades envolvidas na transformação e os autores entendem que ela pode contribuir para explicitar a correspondência entre as evidências macroscópicas e as mudanças no nível atômico-molecular. A segunda, auxiliaria o aluno a pensar sobre o que mudou em consequência da transformação. A terceira, ajudaria a explicitar os tipos de explicação que o estudante aplica às transformações. A quarta, permitiria a identificação dos raciocínios de conservação usados pelos alunos, bem como a discussão da relação entre as evidências macroscópicas e as mudanças no nível atômico-molecular.

Dessa maneira, é possível parodiar Piaget e Inhelder (1962/1971) entendendo que “(...) o único problema que interessa à psicologia da inteligência é saber se, quando da transformação física [na paródia, transformação química], o espírito postula espontaneamente uma certa conservação, seja esta, na realidade, absoluta ou não” (p. 112).

Antes que se citem as tarefas e as características do questionário a ser realizado com os sujeitos, é necessário dissertar um pouco sobre o método de pesquisa utilizado por Piaget e por seus colaboradores. Esse é o tema do próximo capítulo.



## **CAPÍTULO II: METODOLOGIA**

As conclusões a que chegaram Piaget e seus colaboradores são fruto de um método de pesquisa laborioso e poderoso. Esse método de pesquisa se encontra na interface entre a epistemologia e a psicologia. Conforme Castorina e Lerner (1983), uma investigação psicogenética típica considera os problemas do desenvolvimento cognitivo como questões epistemológicas, ou seja, pergunta-se como é possível a constituição desses conhecimentos. Dessa maneira, a preocupação epistemológica condiciona a investigação psicológica. Busca-se pelas noções que o sujeito modificará mediante sua integração a outras, tão cedo quanto seus recursos cognitivos lhe permitam.

Mas, segundo Vinh-Bang (1966), o leitor de Piaget pode ficar espantado pelo pouco lugar utilizado para descrever as técnicas de investigação e o tratamento dos resultados obtidos. Também não são muitos os textos que abordam diretamente a operacionalização do método. Além disso, há de se entender as diversas modificações realizadas por Piaget em seu método, e depois, ainda, por Inhelder (Morgado e Parrat-Dayan, 2002). Portanto, não é estranho que seu método seja um conteúdo constante e insistente em todos os aspectos do debate sobre a obra de Piaget (Bond e Jackson, 1991).

Vinh-Bang (1966) entendeu que os sucessivos problemas abordados, os resultados obtidos e as diversas circunstâncias históricas fizeram evoluir sensivelmente as técnicas de pesquisa utilizadas por Piaget, porém sem retirar a orientação essencial das investigações e das interrogações. Haveria quatro períodos no desenvolvimento da obra de Piaget e da elaboração e reorientação de seu método.

Um primeiro desses períodos, entre os anos de 1920 e 1930, foi dedicado à lógica da criança, através de pesquisas sobre o pensamento verbal. Embora ressaltando as críticas ao caráter limitado dessa abordagem, segue os métodos da livre conversação. Nessa época, Piaget procurou um método suscetível de atingir as estruturas do pensamento infantil através dos aspectos verbo-conceituais. Foi escolhido o método clínico, clássico em medicina psiquiátrica ou em psicopatologia. A originalidade de Piaget foi adaptar esse método a uma pesquisa de caráter experimental. O adjetivo clínico marcaria, além disso, uma oposição ao método de testes, que era considerado à época como o método objetivo por excelência para estudar a inteligência.

Perraudau (1998) indica que o método clínico modifica a prática utilizada na época, baseada nos testes, que mantinha uma distância entre o experimentador e o sujeito. Piaget preferia a empatia da entrevista clínica à distância fria do teste. Ele praticava uma observação ativa, na qual uma verdadeira troca verbal facilitava a elucidação e permitia que a criança expressasse completamente os seus conhecimentos.

Longe das possíveis facilidades dos testes de inteligência, Piaget (1926/s/d) reconhecia que o método clínico é difícil, laborioso e que “necessita de uma perspicácia adquirida em pelo menos um ou dois bons anos de treinamento” (p. 6). A essência desse método está em discernir as diferentes falas e de situar cada resposta dentro do seu contexto mental. Existem contextos de reflexão, de crença imediata ou de fantasia. Algumas crianças se esforçam e se interessam, refletindo e buscando, outras, ao contrário, parecem “que estão rindo de você ou que não o escutam” (p. 11).

Ele compreendia que para dar resultado, é preciso regular o método “por meio de um severo controle e também no que concerne à maneira de fazer as perguntas e na interpretação das respostas” (p. 15). Para isso, é necessário conhecer a linguagem infantil e formular as perguntas nessa mesma linguagem. No início de uma nova pesquisa, é útil fazer as crianças falarem com o objetivo de formar um vocabulário que evite qualquer sugestão. Por exemplo, as palavras ‘mover-se’, ‘andar’, ‘mexer’ não são absolutamente sinônimas para a criança. Para uma criança, o sol se move, mas não se mexe. Dessa forma, “se se emprega imprudentemente uma palavra, de forma inesperada para a criança, arrisca-se a provocar, por mera sugestão, reações animistas ou antropomórficas que a seguir serão tomadas como espontâneas” (p. 15).

É evidente, portanto, que o grande perigo desta técnica é a sugestão, que pode ser sugestão simples ou sugestão por perseveração. Para evitar a sugestão simples, é preciso formular questões de uma maneira não tendenciosa. Não se deve perguntar: ‘A mesa sente alguma coisa?’. Mas sim: ‘Ela sente alguma coisa ou não sente absolutamente nada?’. No entanto, não é a sugestão simples que constitui o verdadeiro perigo, é a perseveração. Se a criança responde primeiramente ‘sim’ a uma pergunta, ela tenderá a dizer ‘sim’ a todas as questões. Se ela começou por dizer ‘não’, terá igual tendência de perseverar na negativa. No desenrolar da entrevista, é conveniente, então, perguntar a propósito de cada uma das respostas da criança: ‘Por que sim?’ ou ‘Por que não?’. Isso porque é essencial compreender se a criança responde arbitrariamente ou conforme a um sistema.

As dificuldades desse tipo de investigação não estão relacionadas apenas à preparação da entrevista e a sua execução. Existem critérios para a etapa seguinte, ou seja, a análise das entrevistas e a composição de um relato do desenvolvimento das noções estudadas demandam seu rigor. Na primeira anúncio de seu método, Piaget (1926/s/d) apontou alguns critérios, relacionando-os à idade da criança. Assim, verifica-se a uniformidade das respostas em uma mesma idade média, se todas as crianças dessa idade chegaram à mesma representação de um determinado fenômeno, apesar das contingências de suas circunstâncias pessoais, de seus encontros, das conversas ouvidas, por exemplo. Posteriormente, essas respostas são avaliadas em relação a sua originalidade, sua permanência ou o desaparecimento brusco em novos questionamentos, sua solidiedade a uma determinada estrutura mental e as múltiplas ramificações que podem dela decorrer. Tais critérios, então, quando aplicados simultaneamente, podem vir a demonstrar se uma certa intuição da criança é tomada dos adultos por imitação passiva ou se é, em parte, produto da estrutura mental da criança.

Nos períodos descritos por Vinh-Bang (1966), o segundo compreenderia a observação crítica e se passaria entre 1930 e 1940. Nessa época, Piaget estudava essencialmente as primeiras manifestações da inteligência, desde os esquemas sensório-motores até as formas elementares da representação, de imitação e do pensamento simbólico. As investigações contaram com quase 500 observações, que foram em seguida compiladas e teorizadas em livros.

O terceiro período estaria relacionado à formalização do método clínico, entre 1940 e 1955. Essa perspectiva foi elaborada nas grandes obras de Piaget sobre o número, as quantidades físicas, o tempo, a velocidade, o espaço e o azar. Essas obras foram concebidas e executadas em colaboração, principalmente, com Alina Szeminska e Bärbel Inhelder. As tarefas são simples mas versáteis, não requerem mais que materiais rudimentares e se prestam tanto a investigações variadas quanto aprofundadas, por exemplo: objetos para classificar ou seriar, configurações espaciais para produzir ou explorar, deslocamentos ou transformações nas quais se devem julgar certos parâmetros.

De acordo com Montangero e Maurice-Naville (1998), o modo de coleta de dados evoluiu nesse terceiro período. Agora não se trata mais de uma entrevista exclusivamente verbal, nem de observação com um mínimo de intervenção. Os raciocínios da criança passam a ser estudados por meio de tarefas que se apóiam sobre um material experimental que pode ser manipulado tanto pelo experimentador quanto pela criança. Através dessas tarefas, trata-se a permanência e os fundamentos dos

juízos dados para uma série de questões. O método se torna crítico, tomando o seu sentido heurístico e de verdade experimental.

Vinh-Bang (1966) entende que o método foi transformado pela problemática e a modificação dos dispositivos é imposta pelas razões dos novos problemas. O interesse principal não é tanto notar se a criança responde ou não. Nessa modificação, o experimentador não deixa de solicitar um argumento sobre a previsão, a ação e a explicação do sujeito na tarefa. Crítico, então, o método coloca sistematicamente em as afirmações do sujeito, não para medir a solidez de suas convicções, mas para entender sua atividade lógica profunda. Não somente seus desempenhos funcionais e suas crenças espontâneas, mas a estrutura característica de um certo estado do desenvolvimento.

A novidade metodológica que marca esse terceiro período faz a pesquisa menos organizada nas técnicas de interrogação. No entanto, a pesquisa, doravante sistemática, encontra-se na convergência de um método experimental e de um método dedutivo fundado sobre um algoritmo preciso (Bond e Jackson, 1991).

No estudo sobre as unidades físicas, Piaget e Inhelder (1962/1971) apontam que empregaram o método de forma transversal, “no sentido de que um grande número de sujeitos de idades diferentes foi examinado em princípio, porém somente uma vez cada um, sendo a continuidade do desenvolvimento reconstituída pela comparação desses múltiplos cortes transversais praticados nos diversos níveis de idade” (p. 26). A pesquisa das noções de substancialidade, peso e volumosidade foi levada a cabo com “mais de uma centena de crianças de quatro a doze anos” (p. 111).

Um exemplo da técnica adotada pode ser dado em relação à tarefa que envolvia a dissolução do açúcar. Nessa tarefa, apresenta-se à criança dois corpos cheios até  $\frac{3}{4}$  com a mesma quantidade de água. Pede-se para a criança os pesar, para verificar a igualdade dos pesos. Em seguida, pergunta-se, de uma forma intencionalmente vaga sobre o que se passará se se colocar um pedaço de açúcar na água. A criança, provavelmente, responderá que a água subirá por essa ou aquela razão, ou demonstra que nada sabe. Posteriormente, marca-se com um risco de tinta ou com um elástico o nível inicial. Imerge-se dois ou três torrões de açúcar e marca-se o segundo nível. Após isso, pergunta-se sobre o nível da água quando o açúcar se tiver dissolvido. Além disso, pede-se ao sujeito para pesar o copo de água que contém o açúcar ainda não dissolvido, fazendo-o prever o peso após a dissolução. Enquanto o açúcar é dissolvido, pergunta-se à criança sobre o que se passa. Quando ele se houver dissolvido, questiona-se sobre a

permanência do açúcar no copo. Caso a criança responda sobre a permanência, solicita-se que ela indique sob que forma. Também se pergunta se a água ficará pura como a de uma torneira e que gosto terá a água. Ainda se questiona sobre peso. Por fim, a propósito da constatação dessas duas constantes fornecidas pela experiência, pergunta-se sobre a conservação, porque a água não desceu, porque o peso permaneceu o mesmo ou o que aconteceu com o açúcar.

Perraudéau (1998) sugere que esse método também pode ser chamado de estruturalista porque “uma vez recolhido um conjunto pertinente de dados comportamentais, trata-se de evidenciar a estrutura subjacente que organiza as condutas observadas” (p. 115).

O suporte esquemático para todos os aspectos desse tipo de pesquisa pode ser, segundo Bond e Jackson (1991), expresso no estruturalismo clássico:

ESTADO<sub>t<sub>1</sub></sub> - OPERAÇÃO<sub>1</sub> - ESTADO<sub>t<sub>2</sub></sub> - OPERAÇÃO<sub>2</sub> - ESTADO<sub>t<sub>3</sub></sub> ...

onde t<sub>1</sub>-t<sub>2</sub>-t<sub>3</sub> indicam a passagem do tempo, e ESTADO refere-se às condições experimentais ou padrões específicos de eventos no fluxo do pensamento dos sujeitos. Por sua vez, OPERAÇÃO identifica alguma ação física ou mental executada pelo sujeito (atribuída pelo experimentador de forma inferencial).

Os resultados das pesquisas dessa época, são divididos em três estágios. Existiria um estágio francamente pré-operatório, no qual há insucesso nos problemas propostos. Um segundo estágio, que seria intuitivo intermediário, com sucesso por tentativas e sem generalização. Por fim, um estágio seria operatório, no qual a criança dá um conjunto de julgamentos corretos e bem justificados (Montangero e Maurice-Naville, 1998)

Na sugestão de divisão de Vinh-Bang (1966), por fim, haveria um quarto período, que inicia em 1955 e trouxe novidades decorrentes da formação do Centro Internacional de Epistemologia Genética e das cooperações interdisciplinares que ali se realizaram. Os simpósios anuais e os contatos mantidos durante os anos de presença comum contribuíram amplamente para estender a audiência da psicologia genética e, em retorno, a aprofundar seus métodos e sua reflexão.

Nesse período, o autor indica que surgiram sínteses teóricas importantes, realizadas através da leitura ou releitura dos protocolos de entrevistas clínicas recentes ou anteriores. Por exemplo, em Piaget e Inhelder (1959/1983) foram utilizados os interrogatórios de 2.159 crianças, tomados durante oito anos de trabalho, com a ajuda de 18 colaboradores. Nessa obra, pode-se consultar 25 tabelas de porcentagens com o intuito de melhor informar o leitor. Há nas conclusões, coisa rara, um esboço de

bibliografia. Formas semelhantes foram abordadas em Piaget (1961), onde se compilou os estudos sobre a percepção do espaço geométrico, e Piaget e Inhelder (1966/1977), onde se abordou a imagem do espaço geométrico.

Ora, para o trabalho de doutorado que aqui se apresenta, obviamente o método utilizado no terceiro período parece o mais adequado. No entanto, sem que se consiga, pela envergadura, manter o tamanho da amostra utilizada, por exemplo, em Piaget e Inhelder (1962/1971 ou 1959/1983). Portanto, é útil verificar sob que contexto experimental se tem realizado estudos de doutoramento utilizando o método clínico piagetiano em outros conjuntos de noções.

Dionnet e Montangero (1991) desenvolveram uma pesquisa que levou em consideração a perspectiva diacrônica dos fenômenos físicos. Essa pesquisa visou a estudar as representações espontâneas do desenrolar de um fenômeno causal, qual seja, a transformação física presente na passagem do estado sólido da água para o estado líquido e em seu contrário. Na pesquisa, verificou-se como as crianças intervieram o tempo como característica da causa ou do efeito da transformação. Nesse sentido, foram analisadas as regras que a criança dava espontaneamente ao tempo em sua explicação causal. Além disso, as crianças foram questionadas sobre a conservação da substância. Os autores apontaram que a perspectiva diacrônica, que se revelaria muito fecunda nas ciências, não fora antes estudada com crianças.

A pesquisa foi conduzida conforme o método clínico piagetiano por um experimentador, que realizou as entrevistas individuais, assistido de um colaborador, que tomou notas das ações do sujeito. As entrevistas foram registradas em áudio e duraram, em média, 35 minutos.

Na pesquisa, também, foi utilizada a figuração da seqüência dos acontecimentos da série causal. Apresentou-se aos sujeitos um desenho em que havia dois patinadores sobre um bloco de gelo. Perguntou-se o que aconteceria com os patinadores e com o bloco de gelo, quando surgisse o sol, pedindo que eles desenhassem a transformação em algumas etapas. Em outra tarefa, apresentou-se um desenho de um copo de água e se disse que o corpo seria colocado no congelador. Solicitou-se às crianças que desenhassem em algumas etapas o fenômeno da solidificação. Em ambas as tarefas o experimentador apresentou outros desenhos em que havia hipóteses sobre o processo da transformação física. A todas as respostas dos sujeitos foram solicitadas as suas justificações.

Os sujeitos da pesquisa foram sessenta crianças de escola pública genebrina, trinta rapazes e trinta meninas, de sete a doze anos. Foram escolhidas dez crianças para cada classe de idade, reagrupadas em três faixas etárias: 1) sete e oito anos; 2) nove e dez anos; e 3) onze e doze anos.

Em relação à idade adulta, vale lembrar, a investigação de Bovet (2000), citada na seção final da Introdução, que envolveu 12 adultos, estudantes universitários de áreas de humanidades, entrevistados clinicamente sobre o fenômeno de flutuação.

Com tudo que foi abordado até agora, já é possível citar os contextos experimentais que foram utilizados para a investigação das noções de estado desordenado da matéria e de transformação química.

### 2.1) Delineamento e procedimento.

A pesquisa foi conduzida conforme o método clínico piagetiano por um experimentador, que realizou as entrevistas individuais, assistido ou não de um colaborador, que tomou notas das ações do sujeito. As entrevistas foram registradas em áudio, o tempo médio de duração das entrevistas foi de 40 minutos. Posteriormente, as entrevistas foram transcritas em protocolos e analisadas minuciosamente na fase de escrutínio.

Participaram dessa pesquisa 59 sujeitos, conforme descrito a seguir. Para o primeiro conjunto de estudos, sobre as mudanças de estado da matéria, foram entrevistados 16 adolescentes, com idades entre 11 e 15 anos, e 19 adultos, com diferentes idades acima dos 18 anos e estudantes universitários de quaisquer cursos que não sejam de ciências naturais ou matemática. Para o segundo conjunto de estudos, sobre a transformação química da matéria, foram entrevistados 10 adolescentes e 14 adultos, seguindo-se os mesmos critérios do estudo anterior para a escolha dos sujeitos.

Os sujeitos participaram voluntariamente desta pesquisa e se solicitou que fornecessem um consentimento informado (Anexo I).

As tarefas e o perfil do questionário variaram conforme a natureza do estudo realizado. Os estudos 1 e 2 foram realizados em Genebra (com sujeitos brasileiros, portugueses e espanhóis), durante estágio nos *Archives Jean Piaget* (Doutorado Sanduíche), no período de setembro de 2002 a fevereiro de 2003. Os estudos 3 e 4 foram empreendidos em Porto Alegre, ao retorno do estágio, no período de junho de 2003 a dezembro de 2003.

A seguir, descreve-se os instrumentos e os procedimentos para cada um dos estudos.

## 2.2) Estudos 1 e 2: mudanças de estado da matéria.

A tarefa desse estudo envolveu diferentes mudanças de estado da matéria: a réplica de uma experiência desenvolvida por Piaget sobre a evaporação e a liquefação de éter em sistema fechado (Piaget e Uzan, s/d); a rápida fusão, seguida de evaporação, e a condensação (cristalização) do iodo em um sistema aberto (Stavy, 1990a e 1990b); a evaporação da acetona em sistema fechado e, depois, aberto (Stavy, 1990a e 1990b); e a expansão do ar, em sistema fechado, por aquecimento (Benlloch, 1993).

As mudanças de estado da matéria envolvem a conservação da substância, que pode ser descrita, por exemplo, através de algumas constatações de legalidade que estão ao alcance da generalização empírica:

- Todos os sólidos, quando aquecidos a uma certa temperatura, fundem.
- Todos os líquidos, quando aquecidos a uma certa temperatura, evaporam.
- Todos os gases, quando arrefecidos a uma certa temperatura, liquefazem.
- Todos os líquidos, quando arrefecidos a uma certa temperatura, solidificam.

Em relação à tarefa apresentada nesse estudo, além do mais, podem ser acrescentadas outras orientações de legalidade, que no entanto não estariam ao alcance da generalização empírica:

- Todos os gases, quando aquecidos, expandem.
- Alguns sólidos, quando aquecidos, volatilizam.
- Alguns gases, quando arrefecidos em certas condições, cristalizam.
- Alguns gases são coloridos.
- Alguns gases são mais densos que o ar.
- Raras substâncias, quando mudam de estado da matéria, mudam de cor.

A explicação causal para todas essas relações de legalidade envolve a atribuição de modelos corpusculares às substâncias e às mudanças de estado que elas sofrem.

As hipóteses que se relacionam a esse estudo são:

1. No grupo de sujeitos adolescentes serão encontrados diferentes níveis de conservação da substância durante as mudanças de estado da matéria.
2. No grupo de sujeitos adultos não serão encontrados diferentes níveis de conservação da substância durante as mudanças de estado da matéria.



3. Os sujeitos dos níveis mais avançados apresentarão as relações de legalidade que estão ao alcance da generalização empírica.
4. As relações de legalidade que não estão ao alcance da generalização empírica serão pouco manifestadas inclusive pelos sujeitos dos níveis mais avançados.
5. Os sujeitos dos níveis mais avançados explicarão as relações de legalidade através de modelos corpusculares com diferentes graus de entendimento.

#### 2.2.1) A tarefa dos estudos 1 e 2:

Mostra-se um equipamento composto por dois balões de vidro (50 mL) ligados por um tubo de vidro com uma seção horizontal de cerca de 30 cm e duas seções verticais de cerca de 3 cm. Um balão (a) está com um pouco de líquido incolor (éter, cerca de 5 mL) e o outro balão (b) está vazio. Também são mostrados dois potes: (A) contendo água muito aquecida e (B) água fria. Pergunta-se o que acontecerá quando o equipamento for mergulhado nos potes, colocando o balão com o líquido no pote de água aquecida e o balão vazio no pote de água fria (o éter evapora a uma baixa temperatura e uma vez em estado gasoso não é visível). Solicita-se a justificação da resposta apresentada. O experimentador mergulha o equipamento nos potes, conforme anunciara, e solicita ao sujeito observar e descrever o que ocorrerá. São feitas perguntas sobre as descrições e justificações dadas pelo sujeito.

Em outra parte da tarefa, mostra-se ao sujeito uma pequena porção de uma substância sólida acinzentada e um pouco brilhante (iodo, cerca de 1 g) e se pede para descrevê-la. Pergunta-se o que acontecerá quando essa substância, dentro de um tubo de ensaio aberto, for aquecida à chama. O experimentador procede com o aquecimento e solicita ao sujeito observar e descrever o que ocorrerá. São feitas perguntas sobre as descrições e justificações dadas pelo sujeito (quando aquecido o sólido cristalino iodo é transformado em um gás violáceo mais denso que o ar, que quando em contato com as paredes frias do vidro volta a cristalizar). Durante essas perguntas, o experimentador retira o tubo do aquecimento e continua o questionamento. São feitas perguntas sobre a reversibilidade do processo.

Na parte seguinte da tarefa, mostra-se ao sujeito um tubo de ensaio com uma pequena quantidade de acetona (algumas gotas). Pergunta-se o que acontecerá quando essa substância for aquecida à chama com o tubo de ensaio tapado. O experimentador procede com o aquecimento e solicita ao sujeito observar e descrever o que ocorrerá.

São feitas perguntas sobre as descrições e justificações dadas pelo sujeito. Durante essas perguntas, o experimentador desbloqueia o tubo e continua o questionamento.

Em seguida, mostra-se um erlenmeyer e pergunta-se o que tem dentro dele (ele contém apenas ar). Coloca-se um balão no bocal do erlenmeyer e pergunta-se o que acontecerá quando esse vidro for aquecido à chama. O experimentador procede com o aquecimento e solicita ao sujeito observar e descrever o que ocorre. São feitas perguntas sobre as descrições e justificações dadas pelo sujeito.

Retorna-se à parte da tarefa que envolve o equipamento com os balões de vidro, as mudanças de estado do éter em sistema fechado. Pergunta-se ao sujeito pela reversibilidade do processo, ou seja, o que acontecerá quando se colocar 'b' em 'A' e 'a' em 'B'.

Fazem-se questões sobre a explicação da mudança de estado do éter apoiadas por representações gráficas. Para os sujeitos adolescentes são mostrados três esquemas<sup>6</sup>, representados nas figuras 1, 2 e 3:

- 1) transporte contínuo, o éter não muda de estado e, de alguma forma, é arrastado para o outro balão em sua forma líquida;
- 2) transporte descontínuo, o éter muda de estado e passa para o outro balão, mas a mudança de estado é descrita através da dilatação das partes, partículas ou corpúsculos que compõem as substâncias líquidas e gasosas, onde as substâncias gasosas possuem partículas maiores, ou mais dilatadas, que as substâncias líquidas;
- 3) transporte descontínuo, o éter muda de estado, passa para o outro balão e a mudança de estado é descrita através da organização das partículas ou corpúsculos que compõem a matéria, sendo que nas substâncias gasosas esses corpúsculos estão mais distanciados que nas substâncias líquidas.

Para os sujeitos adultos, solicita-se que eles façam um desenho que possa representar o que eles observaram no decorrer dos experimentos<sup>6</sup>.

Por fim, solicita-se ao sujeitos que, caso eles notem alguma semelhança ou diferença significativa entre as partes da tarefa, façam alguma comparação elas.

---

<sup>6</sup> A estratégia de utilizar as representações gráficas não foi tão útil como se imaginava. Por exemplo, em um estudo piloto os sujeitos adolescentes fizeram representações muito superficiais, que inviabilizariam uma análise mais aprofundada de tais representações. Dessa forma, optou-se por mostrar um conjunto de representações realizadas pelos sujeitos adultos, que foram entrevistados anteriormente.

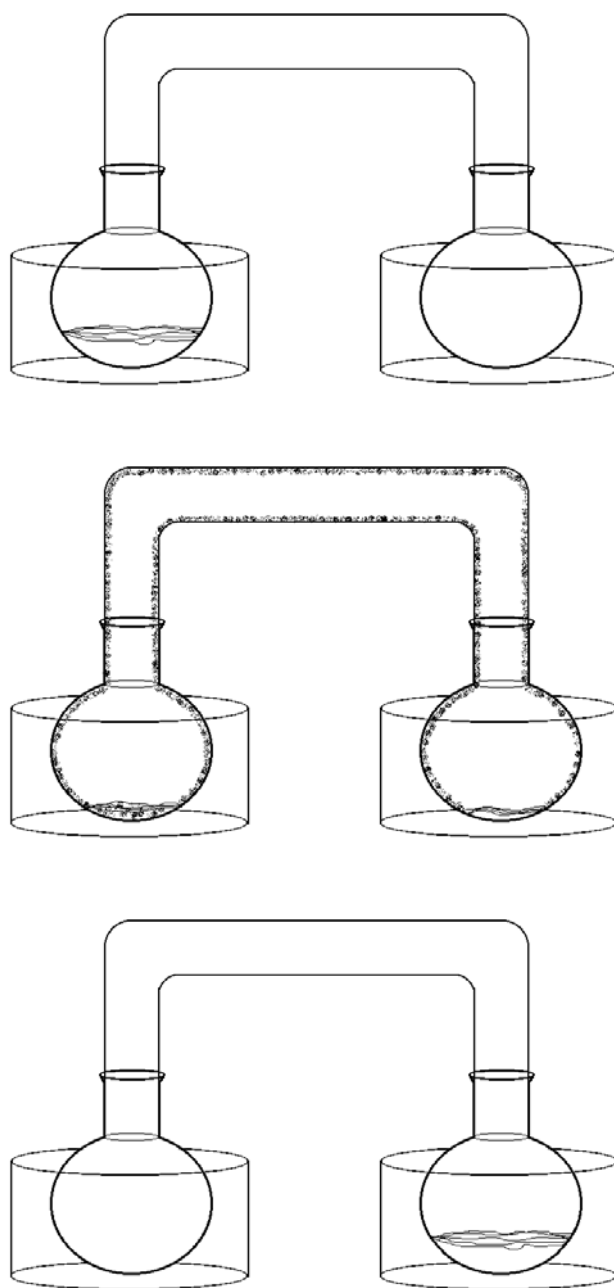


Figura 1 – Desenhos que representam o modelo de transporte contínuo da matéria de um balão ao outro.

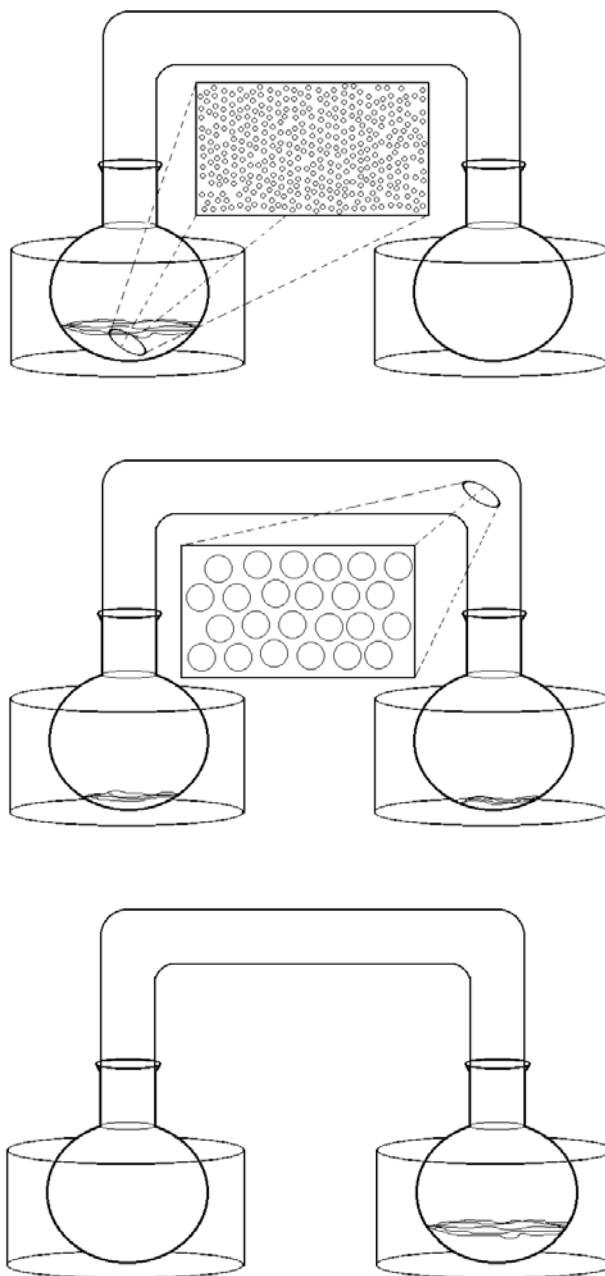


Figura 2 – Desenhos que representam o modelo de transporte descontínuo da matéria de um balão ao outro através da dilatação dos corpúsculos.

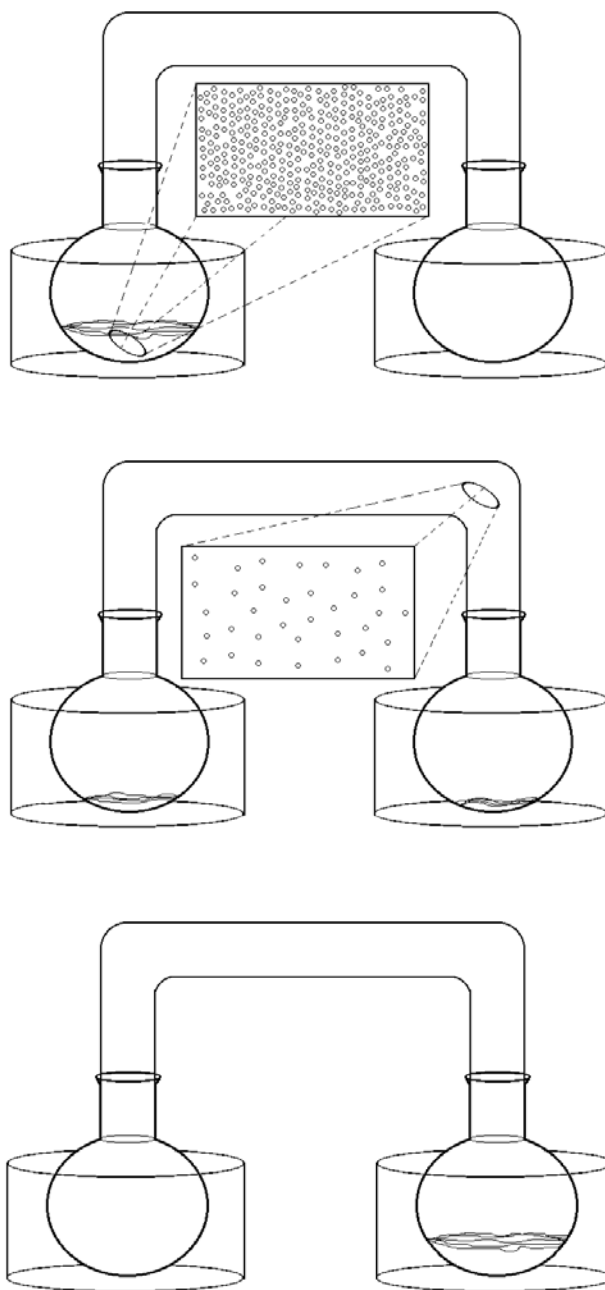


Figura 3 – Desenhos que representam o modelo de transporte descontínuo da matéria de um balão ao outro através da separação dos corpúsculos.

### 2.3) Estudos 3 e 4: transformação química da matéria.

A tarefa desse estudo envolve algumas das diferentes reações químicas que são propostas por Paixão (1999) em uma estratégia pedagógica voltada ao princípio de conservação das massas em reações químicas.

O princípio, ou lei, de conservação de massas envolve, por hipótese, um tipo de conservação que não pode ser generalizado empiricamente, sendo necessária a experiência física, ou indução experimental, para que isso ocorra. Essa lei, ou princípio, pode ser enunciada da seguinte forma:

- O somatório das massas dos reagentes é igual ao somatório das massas dos produtos.

Em relação à tarefa apresentada nesse estudo, além do mais, podem ser acrescentadas outras orientações de legalidade, que também não estariam ao alcance da generalização empírica:

- Algumas substâncias com características perceptivas semelhantes (por exemplo, líquidos incolores e inodoros) apresentam diferentes comportamentos reativos, quando postas em contato com outras substâncias.
- Algumas substâncias são inertes em relação a certos materiais.
- Algumas substâncias líquidas, quando misturadas, formam sólidos que se precipitam, coloridos ou não.
- Algumas substâncias líquidas, quando entram em contato com metais, formam gases, coloridos ou não.

A explicação causal para todas essas relações de legalidade envolve a atribuição de modelos corpusculares às substâncias e às reações químicas elas sofrem.

As hipóteses que se relacionam a esse estudo são:

1. Serão encontrados diferentes níveis de conservação de massa total durante as reações químicas.
2. Os raciocínios de conservação de massa, durante a entrevista, serão pouco manifestados. Quando o forem será, principalmente, por indução experimental.
3. Uma vez que todas as relações de legalidade não estão ao alcance da generalização empírica, elas serão pouco manifestadas inclusive pelos sujeitos dos níveis mais avançados.

4. Os sujeitos dos níveis mais avançados apresentarão mais hipóteses para justificar a produção de substâncias diferentes àquelas que foram postas em contato.
5. Mesmo os sujeitos dos níveis mais avançados terão dificuldade em explicar as relações de legalidade através de modelos corpusculares.

#### 2.3.1) A tarefa dos estudos 3 e 4:

Mostra-se aos sujeitos quatro frascos contendo quatro soluções incolores, tais soluções são declaradas diferentes pelo experimentador. Os frascos com as soluções estão nomeados de A a D, sendo assim descritos: A - água; B - ácido nítrico; C - iodeto de potássio; D - nitrato de chumbo. Além desses frascos, mostram-se diversos copinhos de 100 mL e erlenmeyers, uma balança, uma fita de magnésio, aparas de cobre e balões de borracha. O experimentador retira uma alíquota de cada frasco e coloca em erlenmeyers diferentes, nos quais anota a respectiva letra. Solicita-se aos sujeitos que pesem os frascos contendo as alíquotas das soluções dos frascos de A a D. Pergunta-se aos sujeitos o que acontecerá se eles misturarem o líquido de A com o líquido de B em um outro copo e se fizerem o mesmo entre os líquidos de C e de D. Solicita-se que eles façam a mistura de A e B, que mensurem em balança de pratos a massa da mistura e que respondam sobre a massa total da mistura. O mesmo procedimento será seguido para a mistura entre os líquidos de C e de D. No entanto, como entre esses ocorre a formação de um sólido insolúvel amarelo finamente dividido, pergunta-se ao sujeito de onde surgiu o amarelo e quais as explicações que ele dá para tal aparecimento.

Em seguida, o experimentador separa uma alíquota dos líquidos de A e de B. Mostra a fita de magnésio e dela retira dois pedaços. Coloca cada pedaço da fita em um erlenmeyer diferente. Dentro de um erlenmeyer, coloca-se um pequenino copo com a alíquota de A. Faz o mesmo em outro erlenmeyer, mas com a alíquota da solução de A+B preparada na parte anterior do experimento. Verifica-se a massa dos erlenmeyers. Pergunta-se ao sujeito o que acontecerá quando cada um dos líquidos entrar em contato com o metal. A seguir, com um pequeno movimento de choque do erlenmeyer, derrama-se o líquido sobre o metal e solicita-se que o sujeito descreva e explique o que está observando (a solução A+B reage com o metal, formando um gás incolor e inodoro; como líquido A é inerte, a reação anterior é devido à B). Pergunta-se pelas diferentes propriedades do líquido de A e da solução A+B.

Ainda outro experimento é desenvolvido, utilizando-se alíquotas dos líquidos A e B, mas mudando o metal, que serão as aparas de cobre dessa vez (o líquido de B reage com o metal, formando um gás acastanhado e uma solução azulada; o líquido de A é inerte). Finalmente, pergunta-se pelas semelhanças entre o que foi observado na mistura dos líquidos de C e de D, e nas adições dos líquidos de A e de B em recipientes contendo os metais.

#### 2.4) Análise dos dados das entrevistas clínicas.

As entrevistas foram transcritas em protocolos de pesquisa, contendo as perguntas do entrevistador, as respostas dos sujeitos e as ações de um e de outro. Os protocolos das entrevistas<sup>7</sup> têm em média 25 páginas, perfazendo um total de cerca de 1.500 páginas de protocolos.

Os protocolos foram, a seguir, submetidos a um exame minucioso (*dépouillement*) com o objetivo de evidenciar as relações de legalidade e as explicações causais aplicadas ou atribuídas pelos sujeitos às mudanças de estado e transformação química da matéria. A partir desse escrutínio foram categorizadas as concepções manifestas pelos sujeitos no decorrer das entrevistas. As categorias e a análise delas consta do capítulo seguinte desta tese, dedicado aos resultados desta pesquisa e a discussão desses.

A partir desse escrutínio foram descritos os diferentes modelos causais utilizados pelos sujeitos na interpretação dos fenômenos físico e químico envolvidos nas tarefas. Esses modelos são o principal tema do capítulo de conclusões.

---

<sup>7</sup> Os protocolos podem ser encontrados em volume anexo a essa tese, em meio digital, na biblioteca setorial do Instituto de Psicologia da UFRGS.



### **CAPÍTULO III:**

#### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste capítulo, segue-se o mesmo procedimento adotado por Bovet (2000) para a análise dos resultados de sua pesquisa sobre as explicações causais de adultos sobre o fenômeno da flutuação. Isso se justifica pois essa é a principal pesquisa que serviu de inspiração para esta tese de doutorado. Portanto, seguir-se-á, a seguir, o mesmo procedimento para cada um dos dois temas em análise.

Na pesquisa de Bovet (2000) os dados foram apresentados da seguinte forma: os resultados obtidos em cada um dos dois estudos empreendidos (um sobre a flutuação de objetos de formatos diferentes e outro sobre a flutuação de um mesmo objeto em líquidos de densidades diferentes) foram separados e agrupados através de categorias de condutas. Posteriormente, a partir das categorias descritas em cada um dos diferentes estudos, foram organizados os modelos apresentados por sujeitos adultos para explicar o fenômeno.

Neste capítulo, trata-se das categorias extraídas através do escrutínio dos protocolos. Em cada um dos temas em análise, mudanças de estado e transformação química da matéria, esse escrutínio foi feito para duas transformações físicas e duas transformações químicas.

Em relação às transformações físicas, ainda que nos protocolos exista substrato para um maior quantidade de análises, para esta tese foram analisadas as mudanças de estado da matéria do éter e do iodo. A primeira substância teve a atenção de Piaget em seu projeto de pesquisa sobre as explicações causais, portanto aqui se trata de um estudo de réplica do tema analisado por Piaget e Uzan (s/d). A segunda substância foi estudada por Stavy (1990a e 1990b), mas aqui se pretendeu ir além do registro quantitativo dos equívocos interpretativos descritos em suas pesquisas. Através das categorias extraídas no escrutínio houve a intenção de compreender tais equívocos interpretativos, que foram insuficientemente analisados por Stavy e resumidamente justificados através da Teoria do Processamento da Informação.

Em relação às transformações químicas, onde conforme a revisão bibliográfica empreendida parece haver ineditismo na proposição desta pesquisa, foram analisadas a reação de precipitação de um sal inorgânico e a reação de corrosão de metais frente a soluções ácidas.

Portanto, a seguir, trata-se de apresentar as categorias extraídas dos protocolos. No próximo capítulo, dedicado às conclusões, serão apresentados e comentados os modelos causais utilizados por adolescentes e adultos na interpretação dos fenômenos físicos e químicos já citados.

### 3.1) Estudos sobre as mudanças de estado da matéria

#### 3.1.1) Primeiro estudo: mudanças de estado do éter.

##### Categoria I

Os sujeitos da categoria I (nível IA na pesquisa de Piaget e Uzan) não pensam em nenhuma mudança de estado (evaporação) e ainda se recusam em admitir uma passagem de matéria de ‘a’ para ‘b’, pois eles não vêem nada no tubo. Eles invocam, então, a existência de buracos no vidro que conduziriam a água quente de ‘a’ para ‘A’ e da água fria de ‘B’ para ‘b’<sup>8</sup>.

*Nesta pesquisa não foram encontrados sujeitos que manifestassem um pensamento que pudesse ser assim categorizado.*

##### Categoria II

As reações dos sujeitos dessa categoria (nível IB) são as mesmas no início, mas aceitam a ausência de buracos. O sujeito admite a passagem do líquido, mas ainda sem mudança de estado, de A para B, sob uma forma invisível ou incompreensível.

*SOC (36)<sup>9</sup>: A sensação é que eu tenho que ele está subindo... E a quentura da água, a fumaça tá passando pro... [O sujeito indica o balão b].*

*E: A fumaça tá passando por onde?*

*SOC: Pelo tubo. E a água, também, subiu um pouquinho, até aqui.*

*E: Sobe como água mesmo?*

*SOC: É. Não, não. A água não vai subir. É a impressão que tá dando, mas não tá subindo.*

*E: Tu nota, tu chega a notar alguma coisa...*

---

<sup>8</sup> Como abordado no capítulo anterior, essas letras descrevem o seguinte: ‘a’, um balão de vidro contendo éter; ‘b’, o outro balão de vidro, que está inicialmente vazio; ‘A’, um pote contendo água aquecida; e ‘B’, um pote contendo água fria.

<sup>9</sup> Nesta tese será seguida a seguinte convenção: haverá uma abreviatura de três letras para o nome dos sujeitos e a idade deles estará entre parêntesis, indicando anos e meses, separados por ponto e vírgula.

- SOC: *Não, agora tá suando. O calor tá fazendo que o tubo fique, esteja suando e o suor que tá caindo no outro lado.*
- E: *Esse suor surge da onde?*
- SOC: *Do, do..., como posso te dizer, da água quente. Da água quente, pelo que encostou no vidro.*
- E: *Qual água quente, a que tá no pote ou no balão?*
- SOC: *Não, a que tá no pote.*
- E: *E a água que tá no balão, acontece alguma coisa com ela?*
- SOC: *Ela deve estar aquecendo.*
- E: *Como é que tá aquecendo a água que tá no balão?*
- SOC: *Como que tá aquecendo? Aí, não sei...*
- E: *Tu nota alguma coisa nesse outro balão aqui [b]?*
- SOC: *Não.*
- E: *[O experimentador levanta o equipamento].*
- SOC: *Uau!*
- E: *Esse líquido que tá surgindo nesse outro balão, que tá na água fria, tá vindo da onde?*
- SOC: *Do calor. O suor foi esquentando e tá...*
- E: *Como é que ele tá aparecendo aqui?*
- SOC: *Acho que ele deve estar montando.*
- E: *E ele passa de que forma?*
- SOC: *Por calor.*
- E: *Se tu tivesse que explicar essa passagem para tua filha, como é que tu poderia explicá-la?*
- SOC: *Agora eu não sei como eu poderia explicar para ela...*
- E: *O líquido que tá surgindo nesse balão é o mesmo líquido que tinha no outro balão?*
- SOC: *Não. Não, mesmo que...*
- E: *O que tu acha que ele tem de diferente?*
- SOC: *Nessa água gelada... Bom, aqui [A], a água quente. Tu botaste a água gelada. Deu um choque, a água montou, o suor montou. Desceu aqui [b]... É eu acho que seria o líquido daqui [a], que tu colocaste a água a aquecer e taria passando para o outro lado.*

- E: *E o líquido que surge aqui [b] é igual, é o mesmo líquido?*
- SOC: *É, seria o mesmo líquido.*
- E: *Tu vê o líquido passando aqui pelo tubo?*
- SOC: *Não, não vejo. Não vejo, mas, é..., como se ele tivesse suando, o tubo tivesse transpirando.*
- E: *E tu chega a ver esse líquido subindo aqui por essa parte do tubo, aqui na curva?*
- SOC: *Não, não. A sensação... Onde a gente começa a perceber, seria no meio do tubo.*
- E: *E porque começa a perceber no meio do tubo?*
- SOC: *Ah, aí... O suor, tipo um pinguinho bem ligeiro.*
- E: *E porque nessa parte inicial do tubo não se percebe nada?*
- SOC: *Não sei te dizer.*
- [...]
- E: *Esse suor do vidro, o que tá suando vem da onde?*
- SOC: *Da água quente.*
- E: *Da água quente que tá no...*
- SOC: *É do choque térmico que deu, porque aqui tinha água fria [a], né. Tu colocaste água fria [a] dentro da água quente [A].*
- E: *A água fria que tu fala é o que tá dentro do balão?*
- SOC: *É, o que tá dentro, da bola [a]. Então, houve um choque térmico e daí...*
- E: *Esse líquido que tá aqui no balão da água fria, é o mesmo líquido que tinha no balão que tava na água quente?*
- SOC: *É, o suor, é.*
- E: *Tem a mesma quantidade nesse balão que tá na água fria do que tinha no outro?*
- SOC: *Não, não. Eu acho que aqui [a] tinha bem mais.*
- E: *Se perdeu alguma coisa quando veio para cá [b]?*
- SOC: *Eu acho, eu acho.*
- E: *Se perdeu para onde?*
- SOC: *Olha, agora eu não sei, né... Perdeu, se evaporou, ele evaporou.*
- E: *[Pergunta sobre a reversibilidade].*

- SOC: *Nada. Não vai acontecer o contrário.*
- E: *Não vai voltar?*
- SOC: *Para mim não vai voltar, não vai retornar.*
- E: *Porque tu acha que não vai retornar?*
- SOC: *Porque..., aqui a água [b] tava em contato com a água gelada [B]. Aqui ela [a] estava em estado natural, antes, e ela entra em contato com a água quente [A]. Aqui ele tá gelado, vai entrar em contato com a água quente, por isso. Se ela tivesse em estado natural e entrasse em contato com a água quente, talvez acontecesse o que aconteceu.*
- E: *Então aqui [b' em A], não vai acontecer o que tu chamou de choque térmico para fazer essa passagem?*
- SOC: *Não, eu acho que não. Vai ter o choque térmico, mas não vai ter a passagem.*

### Categoria III

Nessa categoria (nível IIA), os sujeitos admitem, imediatamente, que o líquido passou de A para B, pois diminui em A e aumenta em B e eles admitem, além do mais, a conservação da quantidade de matéria. Mas não intervém, ainda, nenhuma mudança de estado.

- E: *O que tu nota acontecendo?*
- MIC (11): *A água aqui [tubo] a passar.*
- E: *E essa água que tá passando, ela tá passando como?*
- MIC: *Não sei, pelo tubo aqui.*
- E: *Porque ela tá passando?*
- MIC: *Para encher o outro.*
- E: *E porque ela tem que encher o outro?*
- MIC: *Uhm... Não sei.*
- [...]
- E: *O que são essas bolhinhas que surgem ali no líquido [a]?*
- MIC: *Água quente.*
- E: *E o que a água quente faz?*
- MIC: *Vai pra lá, vai queimar.*

- E:* *E queimando ela o que acontece?*
- MIC:* *Bah... Queima e vai.*
- E:* *O que tu nota nesse balão [b] do lado de cá?*
- MIC:* *Tá mais cheio que antes.*
- E:* *Esse líquido que tem no balão do lado de cá [b], é o mesmo líquido que tem no outro balão [a]?*
- MIC:* *Não.*
- E:* *Como é que aparece esse líquido que tem no balão do lado de cá [b]?*
- MIC:* *Ah! Hã... Não sei.*
- E:* *Tu acha que esse líquido [b] não é o mesmo desse daqui [a]?*
- MIC:* *Não porque esse aqui quando sai da torneira, a torneira é água fria, quando está esquentado na chaleira, é água quente.*
- E:* *E o líquido que tem dentro desse balão [b], é o mesmo líquido que tem dentro desse balão [a]?*
- MIC:* *Não.*
- E:* *Porque eles são diferentes?*
- MIC:* *Bah... Um é água fria e o outro é água quente [...]*
- E:* *O que aconteceu com esse líquido aqui [a'] que ele sumiu?*
- MIC:* *Desapareceu.*
- E:* *Deixou de existir?*
- MIC:* *Pode ser assim, desapareceu aqui [a'] e veio pra aqui [b'].*
- E:* *Ah, tu acha que o líquido veio de um lado para o outro?*
- MIC:* *Pode ser isso, mas como é água fervida, tem muito calor ainda, pode ser que ele passou... Assim... Como essa água é um bocado gelada...*
- E:* *E como é que apareceu esse líquido do lado de cá [b']?*
- MIC:* *Não sei.*
- E:* *Tu pode me dizer o que tu tá enxergando no tubo?*
- PED (11):* *O líquido.*
- E:* *Tá vindo da onde?*

- PED: *Daqui [a].*
- E: *Porque?*
- PED: *Tá quente.*
- E: *E estando quente o que acontece?*
- PED: *Com o calor...*
- E: *O líquido tem calor?*
- PED: *Não. É quente e vira gás.*
- E: *Tu nota alguma coisa acontecendo ali dentro do balão [a]?*
- PED: *Tem bolas.*
- E: *O que são essas bolas?*
- PED: *Não sei.*
- E: *Da onde surgem essas bolas?*
- PED: *Do líquido.*
- E: *E o que são elas?*
- PED: *É água... É líquido.*
- E: *E nesse balão aqui [b], tu nota alguma coisa?*
- PED: *Tem mais água. Tem água.*
- E: *E da onde surge esse líquido aqui, que tem nesse balão?*
- PED: *Daqui [a].*
- E: *E porque ele vem parar do lado de cá?*
- PED: *Não sei.*
- [...] [Previsão da reversibilidade].
- PED: *Vai passar pra aqui [a'].*
- E: *Vai passar de que forma?*
- PED: *Devagarzinho...*
- E: *Vai passar como líquido?*
- PED: *Sim.*
- E: *O líquido vai subir pelo balão, vai passar pelo tubo e descer aqui embaixo [b']?*
- PED: *Vai fazer as bolhinhas.*
- E: *Tu nota alguma coisa acontecendo?*
- PED: *Começa a fazer bolhinhas.*
- E: *O que são essas bolhinhas?*

PED: *Porque é quente, ele começa, a água quando fica quente, faz bolhinhas e que fazem ela... Que fazem passar ela.*

E: *Tu nota alguma coisa acontecendo nesse outro balão [b]?*

SAR (12): *Há água aqui...*

E: *E porque surge água aqui?*

SAR: *Não sei. Porque essa água [a] se foi pra ali [b].*

E: *E como é que ela vai pra cá?*

SAR: *Com o calor.*

E: *O calor faz o que para ela vir pra cá?*

SAR: *Ahf! [bufa] Não sei.*

[...]

E: *Tu acha que é o mesmo líquido?*

SAR: *É.*

E: *E porque tu acha que é o mesmo líquido?*

SAR: *Porque eu acho que foi pra ali, essa água [a] foi pra ali.*

E: *E tu viu ela passando aqui pelo tubo?*

SAR: *Sim, um bocadinho d'água.*

E: *E, agora, tu vê ela passando?*

SAR: *Não, agora não.*

E: *O calor empurra a água de um lado para o outro?*

SAR: *Sim.*

[...]

E: *Esse líquido que tem nesse balão [b], é o mesmo que tem nesse balão [a]?*

SAR: *Sim.*

E: *Se eu virar agora, o que tu acha que vai acontecer?*

SAR: *Este vai vir aqui [b'].*

E: *Vai vir como?*

SAR: *Com o calor.*



Categoria IV

Em um conjunto de casos intermediários, entre as categorias III (nível IIA) e V (nível IIB), a noção de evaporação é invocada, mas sob formas ambíguas, sem transformações completas nem conservação da quantidade.

*E: Tu nota alguma bolhinhas ali no líquido?*

*CAR (11): Sim.*

*E: O que são essa bolhinhas?*

*CAR: O líquido tá a aquecer.*

*E: E aquecendo o líquido, o que acontece com ele?*

*CAR: Vai se ir.*

*E: Vai se ir pra onde?*

*CAR: Pra esse [b].*

*E: Porque vai vir para esse?*

*CAR: [O sujeito dá de ombros].*

*E: O que são essas bolhinhas que acontecem ali no líquido?*

*CAR: [O sujeito ri e dá de ombros].*

*E: Tu me disse que esse líquido [a] poderia vir para esse lado de cá [b]. Ele viria como para o lado de cá?*

*CAR: Por aqui [o tubo].*

*E: E tu nota ele passando pro lado de cá*

*CAR: [O sujeito balança negativamente a cabeça].*

*E: Tem alguma coisa no balão do lado de cá [b]?*

*CAR: [O sujeito concorda, balançando a cabeça].*

*E: Esse líquido que tem do lado de cá, como é que ele apareceu aqui?*

*CAR: Porque estava muito frio e foi pra aí.*

*E: Porque aconteceu isso?*

*CAR: Não sei.*

*E: Ele estando muito quente, porque ele saiu do lado de cá [a]? Não tem nenhuma idéia?*

*CAR: Não.*

- E: *Tu pode me dizer o que tá acontecendo no tubo?*
- JOA (11): *Tá passar água por vapor.*
- E: *E no balão [a] tu nota alguma coisa?*
- JOA: *Que aí a água tá a desaparecer.*
- E: *Tá desaparecendo e... Deixando de existir?*
- JOA: *Sim.*
- E: *E como é que desaparece?*
- JOA: *Com bolhinhas.*
- E: *E o que acontece com essas bolhinhas?*
- JOA: *Evaporam.*
- E: *E depois que evaporam o que acontecem?*
- JOA: *Sobem.*
- E: *Porque sobem?*
- JOA: *Não sei...*
- E: *Se tu fosse ter que explicar essa evaporação para um amigo teu, como é que tu poderia fazer isso?*
- JOA: *Que a água quente, evapora. E a água fria tira o vapor.*
- E: *Porque acontece isso?*
- JOA: *Porque o frio destrói o quente.*
- [...]
- E: *Esse líquido que tem do lado de cá, é o mesmo líquido do lado de lá?*
- JOA: *Não.*
- E: *Tu acha que eles são diferentes de que forma?*
- JOA: *Frio e quente.*
- LUA (11): *Ah, vai surgir água [b].*
- E: *Vai surgir água?*
- LUA: *Vai ter água, é.*
- E: *E como aparece o líquido aqui?*
- LUA: *É porque, isso daqui [a] vai, evaporar? E como aqui tá frio, ela vai pra baixo, vai descendo.*
- E: *E tu nota alguma coisa aqui no tubo?*

LUA: *Ela tá passando...*

[...]

E: *Se tu tivesse que explicar..., tu me falou de evaporação. Se tu tivesse que explicar essa evaporação pra tu amiga, como é que tu poderia fazer isso?*

LUA: *Ah! É porque, quando, por exemplo, quando chove, tu tem a água ainda nos lugares e, quando tá fazendo, quando tá calor, a água evapora e vira nuvem. Por isso... Porque senão ia ter muita água no mundo [risos].*

E: *E o que o calor faz para evaporar a água?*

LUA: *Olha, eu não sei...*

RHY (11): *Ele vai passar pro lado de lá [b].*

E: *Tu pensa que ele vai passar como pro lado de lá?*

RHY: *Ele subirá e, depois, vai passar por aqui [tubo] e chegar aqui. Vai ser como o vapor, ele vai ebulir.*

E: *E porque ele vai passar?*

RHY: *Por vai se aquecer.*

E: *E o que o calor vai fazer com o líquido?*

RHY: *Vai ebulir.*

[...]

E: *Esse líquido que tem aqui [b] é o mesmo desse daqui [a]?*

RHY: *Não. Ele tá aquecido.*

E: *Porque tu pensa que não?*

RHY: *Lá [a] ele é mais transparente que lá [b].*

E: *E por que tu pensa isso?*

RHY: *Porque ele ferve e fica quente.*

SAN (11,8): *Tá... A água... Eu acho que assim, a água passando.*

E: *Qual água?*

SAN: *A água que está lá dentro [a].*

E: *Tu tá vendo ela onde?*

SAN: *[O sujeito indica com o dedo o tubo]. Aqui [a], eu estou a ver ela*

*pra aqui [b].*

*E: E porque ela tá vindo pro outro lado?*

*SAN: Hã... Não sei!*

*E: Tu nota alguma coisa acontecendo ali no balão, dentro dele?*

*SAN: Sim, há bolas...*

*E: E o que são essas bolas que tu vê?*

*SAN: Hã... Deve ser a água a ferver.*

*E: E a água fervendo, acontece o que com ela?*

*SAN: Vapor.*

*E: E porque forma esse vapor?*

*SAN: Hã... Porque sai fumo quente.*

*E: Se tu tivesse que explicar pra um coleguinha teu, o porque forma esse vapor, como é que tu poderia explicar pra ele?*

*SAN: Hã... Digo que a água... Que a água quente, a água quente se..., não sei como explicar. A água quente [A] aquece a água que tá lá dentro [a]. E depois a água que tá lá dentro, sai vapor porque a água tá quente. Sai vapor e o vapor transforma-se em água [inaudível; gelada?].*

*[...]*

*E: Mas é a mesma substância, a mesma matéria? Ou é uma substância diferente, uma matéria diferente?*

*SAN: Diferente.*

*E: Porque tu acha que é diferente?*

*SAN: Porque não é... Esta daqui [a] é mais..., de outra..., não é tão transparente, como essa daqui [b].*

*[...]*

*E: Porque esse líquido se transforma em vapor, quando ele tá quente?*

*SAN: Hã... Porque quando tá quente, sai fumo e o fumo tá quente, sai o vapor.*

*E: O que acontece com esse fumo, com esse vapor, quando ele tá no frio?*

*SAN: Hã... Volta a tornar-se água.*

- E: E no balão que tá aqui [a], tu nota alguma coisa?*
- FRE (12,6): Está a ferver.*
- E: E fervendo, acontece o que?*
- FRE: Vapor.*
- E: Qual a diferença entre o vapor e o líquido?*
- FRE: Não sei.*
- E: Se tu olhasse esse líquido no microscópio, o que tu conseguiria enxergar?*
- FRE: Hã... Não vou ver nada.*
- E: Olhando o líquido no microscópio e o vapor no microscópio, a gente consegue ver alguma coisa diferente?*
- FRE: Sim.*
- E: Qual é a diferença?*
- FRE: Hã... Tem moléculas no líquido, mas não tem no vapor.*
- E: Não há moléculas no vapor?*
- FRE: Eu não sei, mas penso que não.*
- E: No vapor, o que faz parte do vapor, então?*
- FRE: Hã... Me pegasse, eu não sei.*
- [...]*
- E: E é o mesmo líquido que tem nos dois balões?*
- FRE: É o vapor que é... É como a chuva. Transportou a água pro outro lado.*
- E: E porque o vapor vem pro lado de cá [b]?*
- FRE: Porque só tem esse... Tá fechado. Só tem esse caminho pra ele ir.*
- [...]*
- E: Quando eu aqueço o líquido que tá no balão, o que acontece com as moléculas que fazem parte dele?*
- FRE: Vão evaporar.*
- E: As moléculas vão evaporar?*
- FRE: Não sei.*
- E: E elas evaporando, o que acontece com elas?*
- FRE: Uhm...*
- E: E do lado de cá [b], o que acontece com as moléculas?*

- FRE: Formam-se. Elas se formam, de novo.*
- E: O que tem nele [b]?*
- ALE (12,8): O produto.*
- E: Esse produto, esse líquido que tem nesse balão do lado de cá [b], é o mesmo produto, o mesmo líquido que tem no outro balão [a]?*
- ALE: Parece.*
- E: Como é que ele apareceu aqui?*
- ALE: O líquido ferve, vai se vaporizando e vai passando pro outro lado.*
- E: Porque ele se vaporiza?*
- ALE: Porque... o calor, quanto mais calor, mais depressa ele se vaporiza.*
- E: E porque ele aparece do lado de cá?*
- ALE: Porque como ele vai se vaporizando, ele não pode ir pra cá [a] e vem pra cá [b].*
- E: Porque ele vem pro lado de cá?*
- ALE: Porque... Por exemplo, o [inaudível] sobe...*
- E: Perdão, o que?*
- ALE: Quando o ar sobe. Por exemplo, quando há no solo um bocado de água... Hã... A água vai se vaporizando e vai pra cima.*
- E: Porque vai pra cima?*
- ALE: Vai no sentido do sol.*
- E: Porque vai no sentido do sol?*
- ALE: Não sei.*
- [...]*
- E: Tu me falou o que o líquido se vaporizava, né? Qual a diferença entre o vapor e o líquido?*
- ALE: O líquido vê-se, quando se mexe, mas o vapor não se vê.*
- E: Porque o vapor não se vê?*
- ALE: Porque é transparente.*
- [...]*
- E: Teria alguma diferença se tu olhasse no microscópio, uma porção de vapor e uma porção de líquido? Tu enxergaria alguma*

*diferença?*

*ALE: Enxergaria. Porque... Aqui, em princípio, o líquido é normal, depois como vai se vaporizando aqui, vai ter menos... menos líquido.*

*[...]*

*E: O vapor é líquido, também?*

*ALE: É. Não... Mas, depende, se isso como é líquido, vai se..., o quente vai vaporizando, vai virar pra aqui [b], depois quando chega aqui, vai..., como a água tá fria, vai se..., vai vir gotinhas, gotas a gotas, pois vai vir o líquido, mas não tem a mesma potência.*

*E: O líquido é formado de várias gotas?*

*ALE: Não posso dizer.*

*[...]*

*E: Se tu tivesse que explicar, pra um colega teu, porque acontece essa vaporização e como ela acontece, como é que tu poderia fazer isso?*

*ALE: É quando... alguma coisa ferve, tá quente e vai fazer ferver, vai indo... Por exemplo, se sente uma coisa dentro, um bocado por dentro, e metemos lá a água, vai ferver e vai vaporizar.*

*ISA (13): Eu já sei... Que a água vai esquentar e ela vai vir aqui [b] e vai cair aqui, com gotas, então, aqui [a] não vai mais ter água e aqui [b] vai ter o produto.*

*E: Tu falou que vai ter um vapor que vai passar pra cá [b]?*

*ISA: Uh-hum. E aqui como vai esfriar, o vapor vai cair em gota.*

*E: E como acontece a formação desse vapor, do lado de cá [a]?*

*ISA: É que como a água tá quente aqui [A] o produto que tá dentro do balão vai esquentar e vai formar esse vapor.*

*E: E porque vai acontecer a formação desse vapor?*

*ISA: Porque tá esquentando.*

*E: Qual a influência do calor na formação desse vapor?*

*ISA: Não sei [Risos].*

*E: E porque o líquido vai surgir aqui [b]?*

ISA: *Porque o vapor é... É quando vai esfriando, porque aqui vem água, esse produto... Não sei.*

[...]

E: *É a mesma substância, a mesma matéria, a mesma coisa desse líquido daqui [a]?*

ISA: [Risos]. *Uh-hum.*

E: *Porque tu acha que a mesma coisa?*

ISA: *Por um lado eu acho que é a mesma coisa, por outro eu não acho, porque... Num lado, aqui, com a evaporação é..., é a mesma coisa. Por outro lado, mais a evaporação pode ser que tem, como é um produto, pode ser que tenha..., que tenha, que por causa da evaporação alguma coisa que mude. Alguma coisa que evapore e outra não.*

[...]

E: *Se tu tivesse que explicar essa evaporação que acontece nesse balão aqui [a] pra um colega tua, pra um amigo teu, como é que tu poderia explicar isso pra essa pessoa?*

ISA: *Porque como a água esquenta e o ar é mais frio, então, o calor sobe.*

E: *O ar que tá onde?*

ISA: *Em volta.*

E: *Dentro do tubo?*

ISA: *Dentro do tubo.*

E: *E o calor que sobe, da onde surge esse calor?*

ISA: *Da água.*

E: *Sobe um calor, do líquido que tá ali dentro do balão [a]?*

ISA: *Uh-hum.*

E: *Esse calor vai pra onde?*

ISA: *Esse calor vai seguindo...*

E: *E do lado de cá, como é que tu poderia explicar pra essa pessoa, porque é que acontece essa formação desse líquido do lado de cá?*

ISA: *Hã... Porque a evaporação é úmida e daí quando cai no frio, fica assim, com gotas.*



- E: *A matéria, a substância desse líquido aqui [b], é a mesma do outro líquido [a]? Ou ele se transformou?*
- DIE (13,5): *É o mesmo.*
- E: *E como é que ele veio parar do lado de cá?*
- DIE: *Graças a água quente, fez montar aqui a substância e caiu ali ao lado.*
- E: *Ela montou como líquido mesmo? Subiu como líquido?*
- DIE: *Não.*
- E: *Subiu de que forma?*
- DIE: *De forma... De vapor.*
- E: *Porque ela subiu?*
- DIE: *Porque estava aqui muito quente e o vapor faz montar.*
- E: *Porque o vapor sobe?*
- DIE: *Porque ele é quente.*
- E: *Qual a diferença entre o vapor e o líquido?*
- DIE: *Isso é que eu não sei [risos].*
- E: *Se tu enxergasse o líquido no microscópio, o que tu conseguiria enxergar?*
- DIE: *Nada. Água.*
- E: *Teria uma diferença se tu enxergasse o vapor no microscópio?*
- DIE: *Hã... Não.*
- E: *Olhando no microscópio, o vapor e o líquido é a mesma coisa?*
- DIE: *É.*
- E: *E porque o vapor tu não consegue enxergar?*
- DIE: *Isso eu também não sei.*
- [...]
- E: *Porque o vapor vem pro lado de cá?*
- DIE: *Porque aqui [a] é água quente e aqui [b] é água fria.*
- E: *Então o vapor vai pro lado do frio?*
- DIE: *Sim.*
- E: *Mas porque ele vai pro lado do frio?*
- DIE: *Pois aqui é onde tem o vapor e aqui é onde não tem. Então, ele vai pra onde não tem.*

- E: O que vai pro lado que não tem, o líquido ou o vapor?*
- DIE: Hã... O vapor, onde tem o vapor.*
- E: Eu não entendi. Antes quando tava vazio, tinha o vapor aqui [b]?*
- DIE: Não.*
- E: Tava vazio?*
- DIE: Sim.*
- E: Aqui tinha líquido?*
- DIE: Sim.*
- E: Aí se formou o vapor, porque ele veio pro lado de cá?*
- DIE: Porque aqui é água quente e aqui é água fria, então, o vapor montou, passou aqui e veio pra aqui. Como aqui não havia água quente, já não podia circular e tá a fazer água.*
- E: Mas porque o vapor veio pro lado de cá?*
- DIE: Porque aqui tá muito quente e o vapor tem que deixar praça pros outros, outro vapor que está a vir.*
- JOE (13,6): A água quente... A água que está neste balão [a] está desaparecendo, ô.*
- E: Ela tá desaparecendo como?*
- JOE: Assim, como vapor. Está fazendo bolhinhas.*
- E: E o que são essas bolhinhas?*
- JOE: É o vapor que está...*
- E: Tu nota alguma coisa aqui no tubo? [O experimentador chama a atenção para o arraste do condensado].*
- JOE: Ah, já compreendi. E que a água que está aqui [a] dentro vai pra aí [b].*
- E: E como é que essa água vem? Como acontece essa passagem?*
- JOE: Nenhuma idéia. Porque há uma mudança, não?*
- E: Mudança de que?*
- JOE: Mudança de tempo, né, isso que está no quente vai pro frio.*
- E: E como acontece essa passagem de um lado pro outro?*
- JOE: Não sei. Será o tempo, a temperatura que está...*
- E: O que a temperatura faria?*

- JOE: Mudar o..., o estado dos líquidos.*
- MAR (25): Ele tá evaporando ou ela tá em...? Efervescente?*
- E: Tá fervendo e...? Tu nota alguma coisa ali [no tubo]?*
- MAR: Sim, ele tá passando.*
- E: Como é que tá surgindo isso aí?*
- MAR: Bom, ele vai quase que na forma de vapor, sim. Cheira, por a caso tem alguma coisa misturada com álcool aí, não?*
- E: É, um pouco.*
- MAR: É, mas ele vai sumindo lentamente...*
- E: Da onde é que tu acha que vem esse cheiro?*
- MAR: Não sei. Tu tem alguma coisa nessa água [A], ou é água pura?*
- E: Não, no pote é água pura.*
- MAR: Pode ser que tá... Tá saindo qualquer quantidade aí [a]. E ele tá aparecendo ali do outro lado ou não?*
- E: [O experimentador levanta o equipamento].*
- MAR: Isso aí...*
- E: Como é que vai acontecendo esse aparecimento do líquido, do outro lado, ali [b]?*
- MAR: Bom, eu acho que é por causa do calor, né. Da água em contato com o vidro e, isso, deve acontecer um processo, aí, que vai..., vai empurrando, né. E a água fria, eu acredito que, também, ela...*
- E: Ela puxa o líquido?*
- MAR: Não [risos], não sei, ela deve ter alguma influência, eu penso que sim.*
- E: E qual é a influência desse calor e desse frio nisso que tá acontecendo aí?*
- MAR: Não sei te dizer, não.*
- [...]*
- E: O líquido que tá surgindo nesse balão [b], é o mesmo líquido que tá vindo do outro balão [a]?*
- MAR: Deixa eu ver aqui... Ele acabou completamente? Uhm... Eu acho que ele passou por uma transformação, aí, eu acredito que sim. E,*

*não sei, pode ser o mesmo? Mas ele passou por uma transformação, né.*

*E: Que transformação seria essa que tu acha que ele tenha passado?*

*MAR: Eu acho que..., essa temperatura, né, a temperatura, o aquecimento e... Não sei, isso aqui influenciou para que... Não sei se ele é a mesma coisa ou transformou, mas eu penso que...*

*KAT (26): Acho que foi a evaporação que passou do outro lado, né, assim...*

*E: Tu acha que ele surge aqui nesse balão [b] por causa da evaporação?*

*KAT: Não, porque passou daqui [a] pra lá [b].*

*E: E passou como?*

*KAT: Outra vez, vapor. Mas não me fala porque com..., virou condensação, eu não sei explicar.*

*[...]*

*E: Esse processo aqui de evaporação, se tu tivesse que explicar para uma pessoa, como é que tu faria?*

*KAT: Ah, eu acho que, com o calor da água, essa solução ou a água, eu acho que é uma solução, não sei. Ela começa a esquentar mais, com essa água bem quente, e passa dum canal ao outro e, depois, isso aqui [b] tá frio, isso condensa, não condensa, voilá, o vapor fica água. E... Pode ser que...*

*E: Eu não tô entendendo essa condensação que tu fala?*

*KAT: Quer dizer, tu sabe quando numa sala tem muito vapor, tem muito calor. Depois não tem as gotinhas que caem? Quando pega alguma coisa mais... Tem uma diferença de temperatura. Não sei se você já fez um banho turco? Muitas vezes, tem todo o vapor, mas depois, tem um canto que tá mais frio, aí caem as gotinhas de água.*

*E: Mas esse vapor de água eu consigo ver. Tu conseguiu ver...?*

*KAT: Não, não passou nada. Não vi nada. Por isso também que eu não vi... Não ficou, por exemplo como no...*

*E: [O sujeito mostra as gotículas no pote]. Como no pote? Não tem*

*essas gotículas como aqui no pote?*

*KAT: Isso. Aí, agora...*

*[...]*

*E: Então ele tá passando como líquido?*

*KAT: Como um líquido.*

*E: Ele não passa como vapor?*

*KAT: Não, porque senão tinha tudo..., a gente via, né. Eu acho que é a mesma coisa do...*

*E: Tu nota o que no balão?*

*KAT: A água tá continuando a ferver.*

*E: Sim, mas, e tu nota ela subindo pelo balão, também?*

*KAT: Não, é isso que eu tô achando meio estranho...*

*E: Onde é que tu tinha notado aquele líquido antes? Tu tá notando agora?*

*KAT: Não mais.*

*E: Porque será que tu notou o líquido antes e agora a gente não vê mais?*

*KAT: Eu gostaria de saber [risos]... É estranho que ele passa só embaixo...*

*E: Como é que será que surge esse líquido no balão [b']?*

*KAT: Pode ser que..., não. Pode ser que tava já lá antes, de outra forma, mas, eu acho que não.*

*GIS (46): Tá subindo líquido! Não tá subindo vapor...*

*E: Como é que tá subindo esse líquido?*

*GIS: Pelo tubo todo... Por dentro do tubo, né.*

*E: Por dentro do tubo... E como é que ele tá subindo?*

*GIS: Em volta do tubo, não?*

*E: Em volta do tubo?*

*GIS: É.*

*E: E por que tá em volta do tubo?*

*GIS: Porque no meio tem muito calor.*

*E: No meio da onde?*

- GIS:* Do tubo, aí empurra...
- E:* Quer tocar no tubo?
- GIS:* [O sujeito toca no tubo, mais ou menos no meio entre os dois potes] Ah, não... Que no meio do tubo tem ar e empurra o líquido para as beiradas.
- E:* Como é que o ar empurra o líquido para as beiradas?
- GIS:* Pelo calor que aquece...
- E:* O calor vai aquecendo... o líquido...
- GIS:* E emite essa força, não?
- E:* Emite a força... Que força?
- GIS:* Que empurra o ar.
- E:* O ar que tava aonde?
- GIS:* Dentro da bola.
- E:* E como acontece esse empurrão?
- GIS:* Pelo calor.
- E:* Calor que vem da onde?
- GIS:* Da água quente.
- [...]
- GIS:* Mas eu acho que isso não é água não... Porque a água é mais pesada que isso aí, não é não?
- E:* Porque tu acha que a água é mais pesada?
- GIS:* Porque... Esse líquido tá passando muito fácil, aí.
- E:* E o que faz ele passar muito fácil?
- GIS:* É o calor, eu acho. O calor dilata, né. Empurra, sei lá.
- E:* Uh-hum. E porque tu fez essa comparação com a água? Se fosse água como é que reagiria?
- GIS:* Ela seria vapor e aí eu não tô vendo vapor.
- E:* Como é que é o vapor da água?
- GIS:* Vapor? É como se fosse uma fumacinha, ou coisa assim. Depois, fica gotinhas de água.
- E:* E todo o vapor do líquido é como o vapor da água?
- GIS:* Acho que não...
- E:* Qual é que é a diferença dos vapores dos outros líquidos para o

*vapor da água?*

*GIS: Eu acho que o álcool não faz nem o vapor nem fumaça, não. Faz? Acho que não.*

*E: Qual é um outro líquido que tu acha que poderia fazer isso?*

*GIS: Coisas de derivados de álcool, que parecem álcool. Éter, talvez. Não sei.*

*E: E tu acha se fosse álcool ou éter aqui, como é que aconteceria?*

*GIS: Eu acho que aconteceria a mesma coisa.*

*E: E como é que seria isso?*

*GIS: Sem fumaça, sem, sem... É, nebulosa... Passaria igual a esse. Inalterado.*

*E: E essa passagem vai ser sempre como líquido?*

*GIS: Sim.*

*E: É o líquido que sai desse balão da água quente pro balão da água fria?*

*GIS: Uh-hum. Aquecidos como líquido. Empurrados pela força do calor ou pelo ar que tá lá dentro, não sei. E ele passa como líquido e vai lá. Mas acho que a água, ela é, penso que ela iria como vapor.*

Essa ambigüidade pode ser verificada através das escolhas que os sujeitos fazem dos esquemas explicativos que lhe são mostrados. Os esquemas mostrados envolvem três modelos explicativos para o transporte do líquido de um balão para o outro:

- 1) transporte contínuo, o éter não muda de estado e, de alguma forma, é arrastado para o outro balão em sua forma líquida.;
- 2) transporte descontínuo, o éter muda de estado e passa para o outro balão, mas a mudança de estado é descrita através da dilatação das partes, partículas ou corpúsculos que compõem as substâncias líquidas e gasosas, onde as substâncias gasosas possuem partículas maiores, ou mais dilatadas, que as substâncias líquidas;
- 3) transporte descontínuo, o éter muda de estado, passa para o outro balão e a mudança de estado é descritas através da organização das partículas ou corpúsculos que compõem a matéria, sendo que nas substâncias sólidas esses corpúsculos estão mais distanciados que nas substâncias líquidas.

Os desenhos que representam esses esquemas explicativos estão representados nas figuras 1, 2 e 3, que foram apresentados no capítulo sobre a metodologia.

*SAN (11;8): Hã... Eu acho que este [1] porque estes [2] há pessoas que não podem compreender o que está a dizer.*

*E: As crianças que me disseram, era que o líquido é composto por um monte de pequenas bolinhas, pequenas gotinhas, pequenas partículas, né, e que daí a gente só consegue ver elas se a gente olha no microscópio. E aqui é quando a gente vê o vapor. Uma criança me disse, que no vapor, essas bolinhas que fazem parte do líquido, quando estão no vapor, as bolinhas, as partículas ficam maiores, porque a gente aquece elas, e daí, como a gente aquece elas, elas ocupam mais espaço e ocupando mais espaço elas passam pro outro balão. Uma outra me disse é que o que acontece, é que a diferença entre o líquido e o vapor, é que elas continuam do mesmo tamanho, mas elas ficam umas mais espaçadas das outras, umas mais longe das outras e por isso que elas ocupam mais espaço do tubo e vem pro outro balão. E agora que eu te expliquei isso, tu continuaria escolhendo esse [1] ou trocaria um pouco?*

*SAN: Eu diria esse [3].*

*E: Porque tu escolheria esse?*

*SAN: Porque, aqui, penso que é justo que fica mais..., elas espalham-se.*

*E: E porque tu não escolheria essa [2]?*

*SAN: Porque as bolas dessa são muito grandes.*

*E: E tu acha que não poderiam ficar tão grandes?*

*SAN: Não.*

*FRE (12;6): Esse [2].*

*E: Porque tu escolheria esse?*

*FRE: Não poderia ser mais esse [1], porque não tava como antes.*

*E: Aqui as moléculas, né, elas se dilatam, porque com o calor elas ficam maiores. E aqui, elas mantêm o mesmo tamanho, mas elas*



*ficam afastadas umas das outras. Agora, qual dos dois descreveria melhor o que acontece?*

*FRE: Agora, pensando, seria melhor... Poderia ser... Eu penso que seria essa [3], porque estão mais longe.*

*ALE (12;8): Este [2].*

*E: Porque tu escolheria este?*

*ALE: Porque... Porque, aqui, temos a mesma coisa que aqui. Este não tem [1], este sai. Depois se formos, embaixo, onde esteja, se vermos no microscópico, vê-se bolhinhas pequenas e aqui vê-se mais elas.*

*[...]*

*E: Se do lado de cá [a], as bolas são pequenas e no vapor as bolas são grandes, o que tu acha que aconteceria, quando chegasse na água fria, com essas bolas?*

*ALE: Vão se... Vão explodir.*

*E: Vão explodir e acontece o que com elas?*

*ALE: Saem ar e água.*

*DIE (13;5): Escolheria este aqui [2].*

*E: Porque?*

*DIE: Porque este mostra mais o vapor... O vapor, tá um bocadinho de líquido, e mostra aqui e mostra bem o vapor que vai passar.*

*E: E quando esse vapor, com essas bolas, com essas partículas grandes, chegarem do lado de cá, onde a água tá fria, o que aconteceria?*

*DIE: Vai abafar e vai começar a vir água.*

*E: E o que vai acontecer com essas partículas grandes?*

*DIE: Vai vir pinguinhos da água e vai começar a encher o vidro.*

### Categoria V

Nesta categoria (nível IIB), ao contrário, a transformação é compreendida e nos dois sentidos, líquido-vapor e no inverso, com conservação da quantidade de matéria.

- CAR (18): *Ah! Ou seja, o líquido vai passando de um lado para o outro.*
- E: *Ele passa como líquido, ainda?*
- CAR: *Bom, pelo menos, por aqui [a metade do tubo], pelo menos antes, era líquido... Não sei, me parece que até aqui é fumaça, até o meio [de 'a' ao meio do tubo].*
- E: *E por que aqui [na metade do tubo] se faz líquido de novo?*
- CAR: *Porque já não faz tanto calor...*
- E: *E como acontece a formação da fumaça que tu fala?*
- CAR: *Como?*
- E: *Como se forma?*
- CAR: *Pelo calor, pois se põe a ferver e uma parte se vai condensando no ar...*
- E: *E como acontece esse processo que tu fala de condensação?*
- CAR: *Hã, vamos ver.... Como faz muito calor, o líquido começa ferver e uma parte do líquido vai pro ar, com o calor.*
- E: *Vai como líquido?*
- CAR: *Pois não, como... Como se diz? Eu dizia fumaça, mas é outra coisa... De gás, não?*
- E: *De gás?*
- CAR: *Sim. Porque líquido, ele só, não pode subir.*
- PAL (18): *Uhm... A água quente vai aquecer esta água [a] e vai formar vapor, vai passar por aí, o vapor vai circular pelo tubo, não sei.*  
[...]
- E: *E dentro do balão, tu observa alguma coisa?*
- PAL: *Sim, está fervendo... Uh-hum.*
- E: *E no tubo?*
- PAL: *E no tubo? Tá vazio.*
- E: *Não percebe nada? [Ocorre a condensação e arraste do líquido pelo vapor].*
- PAL: *Há água? Não... Não, não vejo nada no tubo. Há água, sim. A água está passando aí. Não sei porque, esse estava vazio [b] e agora há água.*

- E: *Está passando como líquido mesmo?*
- PAL: *Sim. Mas... [risos]. Como pode ser que o líquido suba?*  
[...]
- E: *Tu me falava que poderia ser uma formação de vapor... Tu poderia me descrever como acontece essa formação?*
- PAL: *A água desse balão [a] estaria fervendo e o vapor circularia, sobe e circula no tubo e aí...*
- E: *Porque o vapor sobe e circula pelo tubo?*
- PAL: *Porque o vapor é mais leve e sobe... [Risos]. Eu sou muito má em física e não sei...*
- E: *E o que faz o vapor ser mais leve?*
- PAL: *Se é mais leve, sobe. Porque é mais leve?*
- E: *É.*
- PAL: *Porque... Não sei. Olha, não há quase nada aí [a].*
- E: *Porque o líquido aparece aqui [b]?*
- PAL: *Não entendo porque a água sobe ali.*
- E: *Tu percebes a água, ainda, no tubo?*
- PAL: *Não, agora não.*
- E: *E continua havendo a passagem?*
- PAL: *Parece que sim. Ou não? Ou separou? A circulação separou, ou não? Não sei. Haveria que ver se esta água, se este balão [a] se esvazia completamente... Isso que tem que ver, mas...*  
[...]
- PAL: *O calor se transmite à água do balão. Ou seja, a água do balão está muito quente, também. Começou a ferver, também.*
- E: *E depois que ferve?*
- PAL: *Depois que ferve... Passou a... Não entendo.*
- E: *Mas o líquido que há aqui [b] é o mesmo que há aqui [a]?*
- PAL: *Sim. Está completamente fechado isso. Essa água [b] não pode ser disso [B]. Ou seja, isso [o equipamento] está completamente independente disto [dos líquidos nos potes]. Ou seja, a água, o conteúdo dessa água [o líquido nos balões; éter] é independente do conteúdo dessa água [dos potes]. Há que buscar explicações...*

[Risos].

[...]

*E: Tu dizias que poderia ser um vapor, mas tu não consegues perceber esse vapor?*

*PAL: Estranho de ver o líquido, ao invés de vapor. Ou seja, não entendo o processo da água que passa pelo tubo. Agora acabou, não passa nada. Ou há água? Há água ou não?*

*E: E como é que esse líquido que tá aparecendo aí, da onde é que ele tá surgindo?*

*EDE (26): Oh, rapá! Ele vem mêmo. Ah, cool! Olha que legal!*

*E: O que tu tá me mostrando?*

*EDE: O calor... Tá fazendo esse líquido, que tava dentro dessa bola [o balão a], evaporar, subir, passar pelo... por esse cano, ele gruda no próprio cano... Ah, que legal! Ele tá evaporando... Cool! Aí ele encosta no vidro, ele se torna de novo líquido, pela temperatura. Aí ele muda.*

*E: E porque evapora?*

*EDE: Porque essa água tá quente, absolutamente. E esse líquido, provavelmente, deve ter, hã... Como é aquela forma? Eu não vou te falar qual é a forma, mas eu lembro qual é. É do éter. É que ela tem alguma coisa parecida com... É, tem que ter evaporador, que é o álcool, éter... Etanol. Como a gente chama... Qualquer etano, em química inorgânica.*

*E: Tu me falou de evaporação. Se tu fosse descrever essa evaporação para um amigo teu, como é que tu descreveria essa evaporação desse líquido?*

*EDE: Devido ao calor imposto por a água quente desse pote de vidro, a água, a água não, o produto que tá ali dentro, que deve ter alguma coisa composta de etano, começa a evaporar devido ao calor. Essa água provavelmente não esteja a 100 graus, mas ela tá próxima de 100 graus para aquecer desse jeito, tão rápido. Ela aquece e o produto começa a subir. É a mágica!*

- E: Subir de que forma?*
- EDE: Ele sobe com, como é que é, rapaz? Ele sobe grudado, pelo, porque, pelo vidro. Vai subindo, vai subindo. Como uma forma viva, é legal isso. É vivo, claro que é. Ele tá subindo, tá diminuindo [balão a]. E tá aumentando do outro lado [balão b]. Ele vai pelo próprio vidro, ele vai se... Ele se condensa ao lado do vidro, vai passando, e a pressão que tá sendo produzido dentro dessa bola [balão a] que impulsiona ele até o outro lado [balão b]. Pela pressão do calor.*
- [...]*
- EDE: É, se não tivesse frio desse lado [no pote B], seria feito mais rápido.*
- E: Se não tivesse frio desse lado, o que seria feito mais rápido?*
- EDE: A transmissão...*
- E: A passagem?*
- EDE: É a passagem. Teria sido mais rápido. Porque aqui o processo diminui [na metade do tubo] um pouco, pode ver que tá pouco...*
- E: O que diminui aqui?*
- EDE: Até a metade você sente o calor desse pote e aqui já começa a temperatura a diminuir. Se eu colocar o dedo aqui [na parte do tubo mais próximo do pote A], mais quente...*
- E: Quer dizer que se eu tivesse uma água aqui [pote B] sem gelo, quer dizer que seria mais rápido esse processo?*
- EDE: É, provavelmente. Eu acho.*
- E: O gelo aqui está servindo para retardar esse processo?*
- EDE: Retardar o processo, para ficar mais visível, talvez. Bom, para retardar? Oui, para retardar... Para retardar? [Pensa um pouco]. Não, para voltar a... Para voltar esse líquido, que tava lá do outro lado [balão a], a forma natural dele, porque talvez, se fosse uma água normal, ele continuaria... Metade um pouco vapor, metade um pouco aquelas ondinhas. E o frio, visto que é uma coisa de etano, quanto mais frio, melhor para ele manter a composição química dele.*

[...]

*E: Como é que tu poderia explicar essa condensação para um amigo teu?*

*EDE: Ué, visto que o quente desprende as moléculas e se transformou em estado gasoso, evaporou, passou pro outro lado, o outro lado que tá frio, o frio contrai, condensa as moléculas de qualquer coisa. A massa de qualquer coisa, o frio condensa. Sauf, o mercúrio, que é exceção nesses casos... É, mesmo assim... Não, mercúrio não, mercúrio sempre tá frio. Hã, ele se evaporou e lá o frio... Vai lá, deu uma escorridinha agora, tá dando suas escorridinhas. Encontrou o frio, as moléculas que estavam dispersas se concentraram, de novo, e tá formando o líquido. Que tá escorrendo... Não com a mesma, sempre dizendo que não tá com a mesma intensidade que tava antes. Que tava evidente, subia pelo balão todo [a]. E, também, porque aquele balão a, o primeiro, era menor, causando uma pressão maior, dentro dele, que era pequeno. E esse daqui [b=a'] se não eu me engano ele é maior, não? Você podia levantar, não?*

[...]

*E: Como é que tu poderia descrever pro um amigo teu essa evaporação que tá acontecendo no balão que tá na água quente?*

*EDE: Evaporação? Pelo fato que a água tá quente, próxima a 100°C, causa um efeito no líquido que tá ali dentro, que se transforma em... Essa borbulha, vai lá, essa borbulha é exatamente o desprendimento do líquido do gasoso, do oxigênio do hidrogênio, que se explodem, um... se separam, um passa pelo gasoso e outro passa pelo líquido. Os dois vão chegar... E pela pressão que esse calor tá fazendo de um lado, os dois passam divididos para o outro tubo [balão b=a'], que quando se encontram do outro lado, sendo frio, provavelmente, se aglutinam.*

### Categoria VI

Enfim, nesta categoria (nível III) a mudança de estado é explicada por modelos corpusculares.

- E: E o que tá acontecendo no balão?*
- FAB (12,6): Tá formando vapor, tá em ebulição. É, uma bolhinhas...*
- E: E como acontece essa formação de vapor?*
- FAB: Por causa do calor, tá tão quente que a água se transforma em vapor, fica whop! [onomatopéia]. Depois ali faz punf! [onomatopéia].*
- E: E o que o calor faz para que aconteça essa formação de vapor?*
- FAB: Eu não sei [risos].*
- E: E porque depois que se transforma em vapor ele vem pra cá?*
- FAB: Ah, porque... [risos] Dã! Porque? Porque se transformou em vapor e veio pra aqui, porque está fria.*
- E: E porque se transformando em vapor ele vem pra cá?*
- FAB: Porque o vapor sobe.*
- E: Porque ele sobe?*
- FAB: Porque fica em gás.*
- E: E o que acontece com esse gás?*
- FAB: É...*
- E: Porque esse gás vem pra cá?*
- FAB: Porque, porque, subindo assim, ele passa por aqui e transforma-se em água e a água desce.  
[...]*
- E: Porque esse líquido surge aqui [b], dentro desse balão?*
- FAB: Porque esse balão tá frio.*
- E: E o que acontece, estando frio?*
- FAB: Transforma-se outra vez em água.  
[...]*
- E: Se tu tivesse que explicar essa formação de vapor para um colega teu, como é que tu poderia explicar isso?*
- FAB: A água aqui [a'] fica tão quente, que depois transforma-se em gás e depois ele vai subir e vai entrar no cano frio e, como tá frio, transforma-se outra vez em água, porque cristaliza-se, crã-crí [onomatopéia], fica líquida e depois desce.*
- E: E se teu amigo não entendesse essa coisa que tu chamou de*

*crystalização, como é que tu poderia dizer pra ele de outra forma?*

*FAB: Cristalização? Quando as bactérias tão juntas...*

*E: Bactérias, tu disse?*

*FAB: Pois, as bactérias do gás. Juntam e são tantas que depois se transformam em água, em matéria, não sei.*

*E: Porque elas se juntam?*

*FAB: Porque ficam apertadas. E ficam frias, estão sem aquecer.*

*E: E tu acha, então, que aqui quando tá aquecendo, em vez de elas se juntarem, elas se separam?*

*FAB: Separam.*

*DAN (14): A água vai passar pro outro lado [b].*

*E: Vai passar como?*

*DAN: Vai passar pela evaporação.*

*[...]*

*E: Tu pode me descrever?*

*DAN: Que a água ao subir, fica como um fumo e, depois, fica em água, se coloca alguma coisa fresca, fica em água.*

*E: Porque sobe?*

*DAN: Por causa do calor.*

*[...]*

*E: Qual a diferença entre o vapor e o líquido?*

*DAN: É que, certamente, que a água, o líquido que tá aqui dentro, ainda não se eva..., ainda não tá suficientemente quente para ficar em vapor.*

*[...]*

*E: Se tu olhasse o líquido que tem no balão no microscópio, o que tu conseguiria ver com ele, um microscópio bem potente?*

*DAN: Hã... Corpúsculos? Não sei dizer, é assim?*

*E: Pode ser. Poderíamos dizer partículas, por exemplo?*

*DAN: Sim.*

*E: E se tu olhasse o vapor que tem no tubo, pelo microscópio, o que tu conseguiria ver?*



DAN: *O líquido forma partículas muito agarradas, enquanto que aqui dentro as partículas ocupam todo, toda, todo o lugar que precisam. Então, quer dizer, que ocupam o tubo todo. Então não se vê. É como o gás. O gás é igual.*

E: *Mas são as mesmas partículas?*

DAN: *Entre o gás e...?*

E: *Entre o vapor e o líquido?*

DAN: *Não. Quer dizer... São as mesmas, só que é diferente. Enquanto aqui [a], quando tão muito agarradas, muito conjuntas entre elas, aqui [tubo] utilizam o líquido todo, o espaço todo. Então, ao utilizar o espaço todo, não se vê tão bem, como aqui dentro [a], porque aqui estão mesmo coladas umas as outras.*

E: *Uma criança que eu entrevistei me disse que, quando eu aqueço bastante o líquido que tá no balão, as partículas que fazem parte do líquido, por causa do calor, elas crescem, elas dilatam, ficam maiores. E por ficarem maiores, elas se desprendem do líquido e daí, ficando maiores, elas ocupam esse espaço que tem no tubo. Tu acha que pode ser isso?*

DAN: *Eu penso que [risos]... O que me ensinaram é que, como estão no líquido, ao ficarem muito quente, elas vão se separar uma das outras, mas é que vão ficar do mesmo, com a mesma, com a mesma divisa. Mas, só que, ao invés de estarem todas coladas, ficam separadas e ocupam o lugar todo, é só isso. Não ficam maiores, nem se crescem...*

CAT (14): *Ah! Passou alguma coisa então [risos]. Bem, então, tens um líquido que se evapora a uma temperatura inferior a 100 graus, que a uma temperatura X da água quente que tu tens aqui [A], eu não sei determinar qual e... é isso.*

E: *Esse líquido que está surgindo nesse balão que está na água fria, ele está vindo da onde?*

CAT: *Daqui [a].*

E: *Como está acontecendo essa passagem de um balão para o outro?*

- CAT: *Se evapora, depois ele fica a nível gasoso e passa por aqui [pelo tubo] como gás.*
- E: *E qual é a característica desse gás dentro do sistema?*
- CAT: *Ele vai dum, do espaço que tá mais quente para o espaço que está mais frio.*
- E: *E porque ele vai do espaço que está mais quente para o que está mais frio?*
- CAT: *Porque... No espaço que está mais quente, aumentar a temperatura, aumenta o volume, a dilatação do espaço, é isso. Então, o gás tem tendência a pegar todo o espaço que está a disposição dele. E a... Como o espaço... Ele vai transmitindo através do tubo até a outra bola.*
- E: *Como esse gás vai ocupando todo o espaço?*
- CAT: *As partículas vão se... evani..., ah, separando-se uma das outras. Com mais distância possível.*
- E: *E no balão que tá na água fria, o que acontece?*
- CAT: *Acontece que a água fria, resfriou o gás, que fica, de novo, a... Que deixa de ser gás e volta a forma líquida.*
- E: *E quando volta a forma líquida, o que acontece com essas...*
- CAT: *Diminui o espaço, o volume que ela ocupa.*
- E: *Porque diminui o volume que ela ocupa?*
- CAT: *Quando tu resfrias um gás, ele adota a forma líquida e a forma líquida ocupa menos espaço do que a forma gasosa.*
- E: *E porque ocupa menos espaço na forma líquida, em relação à forma gasosa?*
- CAT: *Porque as partículas num gás estão muito mais livres e móveis, podem separar e ocupar não importa qual espaço, qual volume. Enquanto que as partículas num fluído, que estava em estado líquido, tem ligações, não sei, acho que são hidrogênicas, que não dão total liberdade.*
- RAQ (21): *Começa a formar vapor no tubinho...*
- E: *[No tubo que une os balões, condensa-se o vapor da água que sai*

do pote A]. *Esse vapor que tá formando no tubinho, é dentro do tubinho só?*

RAQ: *É dentro, é dentro. Acho que sim, dentro.*

E: *Porque forma vapor, quando o líquido é aquecido dentro do balão?*

RAQ: *Porque a água está a evaporar, porque o que tem aqui dentro, a água que está dentro do balão, o líquido está dentro do balão aquece com a água que está dentro do recipiente.*

[...]

E: *E você consegue ver o vapor passando pelo tubo?*

RAQ: *Não, agora não.*

E: *E você esperava ver o vapor passar pelo tubo?*

RAQ: *Esperava, [risos].*

[...]

E: *Ele sobe como líquido, ele vai aparecendo como um líquido por todo o equipamento?*

RAQ: *Não, ele vai subir como vapor. E depois aqui [b], isso condensa em água e depois cai como líquido.*

E: *Como condensa nessa parte do equipamento [b]?*

RAQ: *Como condensa? Uhm... Porque arrefece, esse líquido. Já não tá tão quente e arrefece, então vai condensar. Ah, tá aqui uma gotinha... [Nota uma gotinha escorrendo pelo balão b. Risos].*

E: *Tu podia me falar um pouco mais essa diferença entre o estado líquido e o estado gasoso, que você falou?*

RAQ: *Claro. Porque... Neste vaso [A], a água tá quente, então o líquido que tá dentro da bola [a], vai aquecer-se também, então vai se transformar no estado gasoso. Isso faz com que as partículas subam, porque torna-se mais leve. E, depois, quando entra no tubo, vai voltar a arrefecer e a transformar-se, de novo, no estado líquido, e depois vai descer por tudo ali.*

E: *E no estado líquido, como estão essas partículas de que tu falou?*

RAQ: *No estado líquido, como elas estão? Estão juntas.*

[...]

*E: Teve uma pessoa que eu entrevistei que me disse que quando acontece o aquecimento, a evaporação, as partículas ficam maiores. E, depois, na condensação, as partículas ficam menores. E por isso daí que, no líquido, né, com as partículas menores, elas estão mais juntas e com elas maiores, elas ocupam mais espaço. O que tu acha do que a pessoa me falou?*

*RAQ: Sim, elas ocupam mais espaço... Elas quando evaporam, espalham-se mais. Não é questão que elas ocupam mais espaço, o espaço é sempre o mesmo, mas elas espalham-se mais. Enquanto, depois, quando elas condensam, elas voltam aos lugares. O espaço que elas ocupam é sempre o mesmo.*

*E: E o tamanho dessas partículas: com o aquecimento elas ficam maiores e com o resfriamento elas ficam menores? Ou tu acha que não?*

*RAQ: Não, acho que não. Acho que elas apenas se dispersam mais. Quando ficam..., quando condensam, depois formam, essas partículas, todos juntas se formam um todo maior.*

*LAR (22): É... Creio que está se deslocando parte do líquido de aqui [a] até aqui [b], mas não sei em que estado está...*

*E: E passa como líquido, de um lado para o outro?*

*LAR: Não, não o vejo passar. Deixa eu ver, está evaporando e, depois..., que tonta eu sou, meu Deus! [risos]. Evaporando e, logo, como esse está frio... Ah, não! O que acontece é que nesse que estava vazio, o vapor se condensa e por isso que surge o líquido. Eu creio que sim.*

*E: Se tu tivesse que descrever, ou explicar, um pouco esses processos de evaporação e condensação para outra pessoa, como é que tu poderia fazê-lo?*

*LAR: Para outra pessoa? É... O líquido que está no balão da direita [a] se aquece, porque está passando a energia que está na água daqui [A], se comunica ao fluído da direita, então, isso se evapora, assim, porque é menos denso [risos] do que o ar que está dentro...*

*E, depois, não sei bem o que acontece no outro balão, não sei. E vai chegar, aqui, como isso está mais frio, se condensa e cai.*

*E: Tu tinha falado em densidade, tu pode me explicar um pouco mais essa diferença?*

*LAR: Sim. Uhm... É... Tem que ver com a... Meu Deus, que ignorância! No estado líquido, temos uma relação entre as diferentes moléculas e no estado gasoso, o que acontece é que, bom, essas moléculas estão mais rápidas. Que a energia delas não estão tão intimamente relacionadas, tem um movimento muito mais importante entre elas e, então, se separam muito mais. Por isso, a relação, isso é o material é menos denso, as moléculas estão mais separadas entre si. Então, por esse motivo...*

*NJI (24): Depende, né... Mas...*

*E: Depende do que?*

*NJI: Do líquido, ué.*

*E: Porque depende do líquido?*

*NJI: Porque... Depende da..., temperatura da água, para fazer destilar para ele ir para o outro sítio [b]. Como aqui tá frio, ele foi a..., fazer gotejar. Não sei, vir pra aqui [b], mas depende do líquido.  
[...]*

*E: Bom, tu me falou que aqui [a], aconteceria que o líquido faria uma destilação, né?*

*NJI: Sim.*

*E: Ele destila...*

*NJI: É, aquece... Não sei como é que é... Já faz muito tempo, mas... As moléculas vibram mais, hã... Vão se romper e depois vão para o outro, quer dizer, vão pra cima, né, e como aqui [a] tá aquecido e aqui [b] tá frio, é como as nuvens, né [risos].  
[...]*

*E: Essa destilação ela ocorre porque?*

*NJI: Porque ocorre? Ai, ai. Depois também tem... Ah, eu não me lembro bem da química, né. Muito digo do que eu sei, né. Não sei,*

*também, se pode ter haver com..., porque quando tu aquece o ar, né. Não sei, não sei te explicar bem. Fico nessa minha teoria, né, da destilação.*

*E: Sim, tudo bem. E essa destilação, tu pode me explicar ela um pouco melhor? Tu tinha me falado das moléculas que vão se agitando, e depois que elas... Tem algum momento em que muda alguma coisa?*

*NJI: Sim, no ponto de destilação, fica o gás, transforma em gás.*

*E: E transformando em gás, o que acontece?*

*NJI: Elas..., não sei, né. Elas misturam-se com o ar.*

*E: E quando vem pro lado de cá, para esse balão, que está na água fria?*

*NJI: Quando tá na água fria, vai fazer o efeito contrário e..., as moléculas não vão... [risos] Porque é que eu não sei, mas ficam, não sei, se juntam.*

*[...]*

*E: [O experimentador coloca mais água quente no pote A]. Um pouco mais da água quente...*

*NJI: Agora assim, podia ser feito com a pressão do ar, dentro dos balões, né...*

*E: O que a pressão do ar faria?*

*NJI: Mas já não me lembro bem se tem a ver com o calor ou não. Porque também a pressão... Eu não me lembro bem das regras, acho que quando está calor, a pressão deve ser mais baixa ou mais alta. E depois, aqui [b], o vazio da pressão, pode fazer, hã, circular líquido.*

*E: Pode circular como líquido mesmo?*

*NJI: Como?*

*E: Subiria como líquido, de um lado para o outro?*

*NJI: Sim. Se aqui há pressão... Não sei, não sei bem. Estou a pensar mais nos fenômenos..., quando tu tens uma [inaudível], e depois..., mas eu não me lembro bem dessas teorias. E, também, faz circular o líquido, quando, não sei num não tem pressão e no*

*outro tem, então, o líquido também vai no sítio onde não tem pressão.*

*E: E porque ocorre isso? Vai de um sítio que tem pressão e vai para outro que não tem pressão?*

*NJI: Porque? Hã... Não sei [risos].*

*STE (25): Eu não sei muito bem como interpretar isso. Tem um movimento de..., bom, desse líquido, daquele líquido aqui [a]. Mas..., bom, para mim parece que o líquido vai passar para cá [b]. Sim, mas...*

*E: Ele tá passando como líquido mesmo por aqui?*

*STE: Não, não, como vapor. Mas, aqui, não, aqui [no tubo] como líquido.*

*E: E tu vê em algum lugar esse vapor?*

*STE: Não, não, mas... Talvez antes aqui [a] tinha condensação, como aqui [no pote de água quente], mas eu não lembro muito bem. Mas eu acho que..., como se chama esses póch [onomatopéia]?*

*E: Bolhas?*

*STE: Bolhas..., lá dentro [a], de gás.*

*E: Da onde surgem essas bolhas de gás?*

*STE: Surgiram no líquido de lá, mas eu não saberia muito bem como interpretar, quer dizer, esse fenômeno.*

*E: Porque surgiriam essas bolhas de gás do líquido?*

*STE: Talvez... Bom, uma possibilidade, pra mim, pode ser que esse líquido é um líquido que tenha se evaporado, mesmo. E tem um... Sim, um... Parece que tá subindo, tem um líquido que, que... Ele impede o gás de subir.*

*E: O que impediria o gás de subir?*

*STE: O líquido lá que... O líquido que é mais denso do que o gás. Então...*

*E: E esse gás que saí do líquido é da mesma substância que o líquido?*

*STE: Hum... Acho que sim.*

*E: Esse processo que tu falou, de evaporação, se tu tivesse que*

*explicar ele para alguém, como é que tu poderia explicar?*

*STE: É... [risos]. Que um líquido se transforma em um gás, mas pra explicar o processo mais definitivamente, eu não sei muito bem. Explicar esse processo, eu não explicaria muito bem, não conheço os termos mais adequados. Mas eu tenho uma concepção. Que as moléculas começam a mover mais e, então, tem um momento em que vão se estender mais e... Que nem, um pouco... Em função de agregar.*

*E: Vão mudar o estado de agregação?*

*STE: Isso. Mas isso é muito geral.*

*E: Mas nesse esquema geral que tu tá falando, uma coisa que eu não entendi é que: essas moléculas que vão se estender, vão aumentar de volume?*

*STE: Não, acho que não as moléculas, mas a distância de uma para outra.*

*E: E essa é que a diferença entre o líquido e o gás?*

*STE: Uhm... Aí entra a densidade, acho que é isso. Mas é uma grande diferença.*

*E: Uma grande diferença?*

*STE: Claramente é que o... Isso vem, eu lembro muito bem, que o volume da água vaporizada é 700 vezes mais que a água líquida. Então, bom... Isso é um pouco estranho, imaginar uma diferença... Crescendo dessa forma. Bom, isso é porque eu não tenho uma formação química.*

*VOL (26): Ah, tem condensação. Aqui [a] tá saindo, tá indo nessa direção [através do tubo].*

*E: E porque tá acontecendo isso?*

*VOL: Porque a água tá quente aqui fora, faz com que vire gás. E o gás tá indo para o lugar onde tá mais frio.*

*E: E porque o gás tá indo para lugar onde tá mais frio?*

*VOL: Lei física, sei lá [risos].*

*E: E o que vai acontecer no outro balão [b]?*



- VOL: É..., vai virar água, de novo, quando chegar no frio.*
- E: Vira líquido, de novo, quando chega no frio. Porque?*
- VOL: Porque a água tem uma certa temperatura para virar gás e quando chega no frio, vai virar água, de novo. Agora, porquê tá indo do quente para o frio, eu não sei. Talvez porque o gás sempre vai do quente pro frio. Não sei. Talvez porque o gás sempre sobe e ele é obrigado...*
- E: E como se forma o gás a partir desse líquido, que tá no balão que tá na água quente?*
- VOL: É..., a água quente esquente essa bola, aí vai, as moléculas, né, vão se agitando, até virar gás.*
- E: O que acontece com essas moléculas como função da temperatura?*
- VOL: Quando mais elas estão frias, mais a temperatura fria, mais as moléculas estão calmas, estão calminhas... [Risos]. É quente, mas elas se agitam, né. Elas ficam mais voláteis, não sei se se diz assim, né.*
- CAR (27): Ok. O que tá acontecendo? Quando o líquido, ele recebe o..., a energia da água quente, a água quente é energia cinética, mais energia cinética... Ela transmite através do vidro essa energia cinética e essa energia cinética é transportada pro líquido. Quer dizer, as moléculas desse líquido devem, se não me engana meu faro, meu odor, alguma coisa da ordem de um composto orgânico, com álcool, com alguma forma orgânica que tenha essa propriedade, que eu já falava agora a pouco, de se..., Cetona ou alguma coisa desse gênero, que vai, hã... Como a temperatura desse líquido é menor, ele vai passar, facilmente por aqui [pelo tubo], ele vai ficar nesse recipiente uma parte. Porque? Porque o vidro já é uma substância, uma superfície que pega, que retoma esse calor. É um simples..., um sistema mecânico simples de transmissão de calor. Ou seja, o vidro, ele recebe uma parte, outra parte vai descer jusq' alá [até lá, b]. Essa que vai ter uma...,*

*uma maior quantidade de energia para poder transpo..., ser transportada através do movimento que há entre as partículas, até o outro recipiente. E lá, eu acho que... Dá para eu pegar e...?*

*E: Claro...*

*CAR: Ah, não tá acontecendo... É isso... Tem alguma coisa aí que... Há movimento dentro do balão, também. Porque? Porque se tem uma..., de forma que na parte mais baixa do líquido se forma uma região com mais, com uma quantidade de energia cinética maior. Essa quantidade ela vai subir, vai fazer com que a gente tenha um movimento de, de..., eu não me lembro o nome específico disso, mas é um movimento em que a superfície mais quente sobe. Porque? Porque tem menor densidade. A densidade do líquido ela depende da temperatura, evidentemente, tem uma relação com a temperatura. E você vai ter esse movimento: o líquido que tá embaixo sobe, se ele tem uma quantidade de energia suficiente para atingir o ponto de ebulição dele. Ponto de ebulição quer dizer que as moléculas passam do estado líquido ao estado vapor, gasoso. Dependendo como é que a gente fala da arrumação das moléculas. Mas é...*

*E: Tu fala da arrumação das moléculas, o que tu quer dizer com isso em relação ao estado líquido e ao estado que tu chamou de gasoso ou vapor?*

*CAR: Eu posso fazer uma comparação. Aqui [A] você tem água e tem uma água que sobe aqui também. A gente pode utilizar esse exemplo. Aqui é um estado vapor, essa água aqui sobe e a água que está no recipiente é um estado líquido. Que quer dizer isso? Dependendo... O que a gente entende em química, mais ou menos, ou física mesmo, não nem químico isso... É uma... A gente poderia: um sistema físico-químico, porque tem haver com a substância, ou seja, com a molécula ou com o átomo que a gente tá tratando. No caso da água, você tem uma substância que a uma determinada temperatura, mais ou menos, 100 graus. Aqui [Genebra] você está a 300 metros, acima do mar, quer dizer não é*

*bem 100 graus. Mas, se essa água ela vai poder, a 100 graus mais ou menos, se evaporar, quer dizer... Dado uma condição inicial, que é uma certa organização entre essas moléculas de água, a gente tem, há um determinado momento, quando ele é líquido, há, algumas propriedades. Propriedades, por exemplo, de ocupar todo o espaço de um recipiente, se um, como eu poderia dizer... Ela ocupa o espaço do recipiente onde ela está, ela pega a forma que ela está. Mas ela é, como eu poderia dizer, ela tem uma forma. Enquanto que o líquido, quando se transforma em vapor, ele perde essa forma do recipiente e ele pode ocupar todo o espaço. Quer dizer, se o recipiente é fechado, ele vai ocupar todo o recipiente e vai tomar a forma do recipiente. Mas o que é... Como eu poderia dizer, essencial, nessa pergunta que você me faz: é o líquido ele tem uma arrumação, uma molécula está muito mais próxima uma da outra, no estado líquido que no estado gasoso. Propriedades são diferentes, por exemplo, você tem a água, há uma quantidade de água em uma determinada temperatura, diferente de uma quantidade de água em uma outra temperatura... Por exemplo, o gelo, que é um estado sólido da água, ele ocupa mais espaço que a água líquida, se a gente pega o mesmo volume. A água no estado vapor, ela vai ocupar, dependendo das condições de pressão, temperatura e... A gente vai ter uma, uma..., Ela vai ocupar o espaço que... Ela pode ocupar o espaço dessa sala, ela vai estar bem difundida por essa sala, como é o caso do vapor que vem lá... Tende, a tendência de se espalha por toda essa sala. Porque? Porque as moléculas estão em um estado de..., quantidade de energia que elas se liberam umas das outras. O que une uma molécula a outra? Geralmente, no caso da água, se isso aqui é água [A], suponho que seja, no caso da água, você tem pontes de hidrogênio. Você tem a relação, os pólos entre oxigênio e hidrogênio, na molécula. Você tem a formação de..., do que eles chamam de..., polarização entre o oxigênio da molécula e os dois hidrogênios da molécula, sendo*

*que oxigênio vai ficar negativo, vai ficar mais negativo que a parte dos hidrogênios, por conta da eletronegatividade, que é uma propriedade química das substâncias, do átomo de hidrogênio. Ou seja, ele [o oxigênio] tem, tem tendência a..., segundo a regra do octeto, que a gente aprendeu em físico-química, ele tendência a tomar mais elétrons para completar sua camada de valência, enquanto que o hidrogênio tem tendência a doar. Quer dizer, se forma um pólo. Esse pólo vai criar a possibilidade que, na água, a gente tenha as pontes de hidrogênio. Quer dizer, o oxigênio, que tá mais eletronegativo, que tem uma polarização negativa, quer dizer, que poderia ainda atuar como uma espécie de..., uma relação de imã, ele tá completa a camada de valência dele, mas ele é negativo, porque ele atrai os elétrons do hidrogênio e lá, a outra molécula, tem a mesma relação pólo, né, de oxigênio-negativo, hidrogênio-positivo, então vai criar uma certa arrumação. Que os hidrogênios ficam, dois hidrogênios vão ficar mais próximos do oxigênio, vão criar uma espécie de ligação fraca, que a gente chama de ponte de hidrogênio. Isso dá uma certa característica à água, diferente de outras substâncias, que tem ou composição próxima, ou que tenham a mesma substância, né.*

[O sujeito volta a olhar o equipamento].

**CAR:** *Lá a gente viu, né. Tá passando pro lado de cá, ou seja, tá... O sistema, ele é aberto, é um sistema que não tem, não é vedado, então, a substância que tá dentro se..., como a gente pensou, eu cheirei alguma coisa aqui, quando cheguei. Um odor, que me lembra laboratório de química, mesmo. Sobe, esse, essa substância, se evapora, ela vai passando lentamente pelo tubo, vai ficando no tubo, também. Porque o tubo é frio, é mais frio que... A quantidade permite que ele se evapora, a quantidade de calor que tem lá dentro [a]. Permite que ele seja transmitido para o outro [b].*

*MAT (27): Tá evaporando um pouco, mas, muito, menos que a primeira vez. O processo tá mais lento. O tubo tá começando a embaçar.*

*E: Eu tinha te perguntado antes: se você fosse descrever para um amigo seu essa evaporação...*

*MAT: Com a alta temperatura, a tendência é que os átomos, as matérias, comecem a se mexer, aqui, expandir e ter um pouco mais de velocidade e se transformar num..., não em uma matéria só. Vai evaporar... Então, a tendência é que as matérias vão ficar batendo mais rápido, vão se dessolidificar, vão se transformar em um outro, num outro estado, vão se evaporar, com a temperatura, juntando com a temperatura do ambiente, a tendência é que os átomos, as moléculas, não sei, vão começar a vibrar com uma velocidade um pouco mais lenta e vão se formar de novo em..., se transformando na matéria no estado original, que era o líquido. E vão escorrer, e vão vir... Com a tendência, com o calor que vai empurrar pro, pro tubo frio.*

*E: Eu tinha te perguntado também a questão: se tu fosse explicar pro um amigo teu, essa condensação que acontece no balão que tá na água fria, como é que tu faria?*

*MAT: As moléculas vão chegar em líquido, elas vão chegar com a, com a velocidade, uma batendo na outra, rápida, mas com a temperatura, com o frio elas vão... A tendência, de novo, é de se diminuir essa velocidade entre um átomo e outro, entre uma molécula e outra, e se reunir, de novo. Uma ficando mais perto da outra, o estado vai ser um pouco estável, um pouco mais sólido. Nesse caso é um líquido, não é um sólido, né.*

*ALB (31): Parece que tá evaporando...*

*E: Evaporando. E como que é essa evaporação?*

*ALB: Ela é... Estranha, parece que a água se movimenta bastante e ela movimenta de baixo para cima.*

*E: E ela se movimenta de baixo para cima e quando vai para cima o que acontece?*

- ALB: *Ela vai virando gás.*  
[...]
- E: *Como é que esse gás surge do líquido?*
- ALB: *O próprio líquido, em um outro tipo de estado mais quente, acaba evaporando e virando gás.*
- E: *E o que o calor tem a ver com isso?*
- ALB: *É... O calor... A água quente é que faz com que o gás, com que a água, com que o líquido que esteja ali dentro, é, faça esse processo químico. O calor é o resultado, é o processo porque isso acontece, é possível.*  
[...]
- E: *E porque no meio do tubo vai virando líquido novamente?*
- ALB: *Porque a água fria, se a água quente... Obviamente, se a água quente faz com que se evapore, a água gelada, a água fria esfria o... Esfria o balão que acaba esfriando o tubo, até essa metade, fazendo com que o líquido, justamente, comece a virar água novamente, porque ele volta a temperatura que tava antes ou até mais fria.*  
[...]
- E: *Da onde surge o gás que vai entrar no tubo aqui?*
- ALB: *Do próprio líquido. Num estado mais quente...*
- E: *E como acontece a formação desse gás?*
- ALB: *Boa pergunta!*  
[...]
- E: *O gás que tem no tubo é da mesma matéria do líquido que tá no balão?*
- ALB: *Eu acredito que sim, é feito das mesmas partes, só que um é líquido e o outro é gasoso.*
- E: *E essas partes de que são feitas, qual é a diferença das partes que tem no líquido para as partes que tem no gás?*
- ALB: *Bom... Acredito que as partes que têm no líquido sejam mais pesadas, estejam mais juntas, por isso que é líquido justamente. E a gasosa, quando ela vira gás, ela fica mais leve, aquecida, ou ela*

*se dispersa, né, não sei... E acredito que seja essa a diferença, que faz com que elas fiquem... moléculas, né, que vão ficar mais pesadas, mas juntas, formando líquido e mais leve, mais perto quando...*

*E: E quando entra em contato com a parte resfriada, qual a influencia que o frio tem nessas partes?*

*ALB: Acredito que faça com que, justamente, essas moléculas comecem a voltar numa temperatura normal e comecem a se juntar novamente.*

*E: Como é que vai ser essa passagem?*

*MAC (36): Como vai? Através do tubo.*

*E: Como é que vai ser a passagem dentro do tubo?*

*MAC: Vapor. Não sei, acho que vapor.*

*E: Como é que o vapor vai passar dentro do tubo?*

*MAC: Ah, como é que ele vai passar dentro do tubo? Em, como se diz... como uma fumacinha, um fiozinho, que vai se agregar aqui.  
[...]*

*MAC: Eu tô vendo gotículas de água se formando no tubo.*

*E: Porque estão se formando essas gotículas de água no tubo?*

*MAC: Porque, justamente, o líquido que se encontra aqui, ele está se evaporando, mas ele se encontra em cima de uma parede de vidro e, fria, e ele se torna líquido logo em seguida. E essa gotículas, elas evaporam daqui e chegam aqui, elas já não são mais nem um gás, nem, não se transformam mais em gás, elas se destransformam, voltando a líquido. Que mais...  
[...]*

*E: Tu consegue ver esse vapor?*

*MAC: Não consigo ver o vapor, mas eu consigo ver um, como se diz, um líquido, né. Uma forma de um líquido que vai escorrendo por aqui, que vai andando, ondulado.*

*E: Do lado de cá do tubo tu consegue enxergar alguma coisa?*

*MAC: Já tô sentindo um éter doido aqui... Daqui um pouco já tô muito*

*louco... Não, aqui eu não consigo ver praticamente nada.*

*E: Porque tu não consegues ver nada?*

*MAC: Eu consigo ver a partir daqui, ó. Porque eu não consigo ver? Aí...*

*E: Tu tinha me dito que formava um vapor?*

*MAC: Eu pensava que formava um vapor... A minha idéia é que formasse um vapor. Mas, enfim, não forma vapor... Eu não consigo ver o vapor, mas deve ter um vapor. Porque se não ele não...*

*E: E porque tu não consegues ver esse vapor?*

*MAC: Porque eu acredito também, uma... um... deve ser um fator a nível da química do produto, né. Que já não é a mesma coisa, por exemplo, que nem o vapor que a gente vê saindo de dentro da... Do pote. Deve ser também, um fator que é pouco. Não é uma coisa, por exemplo, que tá... Não é fogo que tá se fazendo, né. Deve ter uma temperatura ainda muito inferior para que se transforme num vapor visível.*

*ROB (36): Esse líquido, provavelmente, não deve ser água. Ele deve ter um ponto de ebulição mais baixo do que o da água, né. Porque senão ele não poderia se evaporar... Provavelmente deve ser éter, alguma coisa assim.*

*E: Porque tu acha que esse líquido é diferente da água? E tem o ponto de ebulição diferente?*

*ROB: Porque senão... Quer dizer, ele ainda não passou pra cá, né. Mas... Se é o que eu estou pensando... [O sujeito levanta o equipamento e observa os balões.] Se o objetivo da experiência é o que eu estou pensando: fazer o líquido se evaporar aqui [a] e aí a tendência vai ser ele se dispersar, aí atingir um ponto de equilíbrio, só que quando ele se dispersa, encontra um ambiente frio aqui [B] ele condensa. Agora para que isso se dê de uma forma mais eficiente, o líquido deve ter um ponto de ebulição menor do que o da água, porque senão ele não se evaporaria suficientemente. [O sujeito continua mexendo no equipamento].*



*Ele tá... Se eu não estou enganado, em relação a quantidade inicial, ele diminui bastante. O que significa que ele deve já estar evaporando e esse lado de cá... Ah, ele começa a aparecer aí. É.*

*E: Tu nota alguma coisa no tubo?*

*ROB: Não porque, justamente, aqui ele passa por uma forma de vapor. Ele só se condensa aqui, justamente, por causa da, do gradiente de temperatura. Quer dizer que ele dentro do tubo ele tá como vapor.*

*JUC (46): Ainda não... Tem um vapor, tá passando um líquido para lá. O líquido vai passar para lá [risos].*

*E: E esse líquido vai passar pra lá como? De que maneira ele vai passar?*

*JUC: Deixa eu ver... Eu acho que ele evapora. Ele evapora, depois ele condensa, aqui [no tubo], depois ele cai lá. Mas eu não tô vendo ele chegando aqui [b]. Ah, tá. Tem um pouquinho.*

*E: Tu fala que ele evapora. Se tu tivesse que explicar essa evaporação para alguém, como tu faria?*

*JUC: O que é uma evaporação? Ah... Aquele líquido que tá lá, ele se aquece e ele vira um gás.*

*E: Vira um gás. E como é que ele vira um gás?*

*JUC: Ah, isso eu não... Eu nem me lembro mais isso. Ah, é uma coisa aí de partículas, não sei...*

*E: De partículas?*

*JUC: É. Acho que a partícula ela se..., elas se separam, mas, não sei, tô falando isso empiricamente, né. Mas elas se separam mais e viram um gás. Eu acho que é isso.*

*E: E porque elas se separam mais?*

*JUC: Não... Isso... Aqui [a] foi por causa da temperatura.*

*E: Por causa da temperatura. Qual a influência da temperatura nessa separação das partículas?*

*JUC: Na separação das partículas? Ah! Eu não saberia explicar... O calor faz com que os átomos se..., não sei se liberam os nêutrons,*

*os elétrons, ou sei lá o que é... E faz obter esse outra forma.*

*E: E desse outro lado aqui [b], o que acontece?*

*JUC: A situação contrária.*

Entretanto, os esquemas corpusculares utilizados pelos sujeitos em suas explicações possuem uma diferença de natureza que não chegou a ser investigada por Piaget ou por seus colaboradores, mas que é bastante documentada pela área de Didática de Ciências, como pode ser visto, por exemplo, em Barker (2000) ou em Benlloch (1993).

Os esquemas corpusculares são diferentes em relação às compreensões que se tem da natureza dos corpúsculos e das transformações que eles poderiam sofrer. As figuras 2 e 3, por exemplo, representam uma dessas diferenças e a escolha por uma delas auxilia a identificação dos esquemas corpusculares utilizados pelos sujeitos, como por exemplo:

*FAB (12,6): Este [3].*

*E: E porque tu acha isso?*

*FAB: Porque as partículas são sempre as mesmas, quando estão muitos quentes elas partem para arrefecer. Depois, quando tá muito frio, juntam-se que é pra aquecer. E separadas, elas ocupam mais espaço e sobem.*

Além disso, os sujeitos podem fazer suas próprias representações, onde é possível verificar as diferentes manifestações dos sujeitos sobre a agregação dos corpúsculos:

*E: E como o pote de água quente ajuda a fazer isso?*

*MAC (36): O pote de água quente ajuda a fazer isso? Hã... Ufff... Bom, já a energia calorífica da água, né, que existe dentro do pote, ela consegue fazer com que as moléculas, moléculas da substância que se encontra dentro do balão, hã, se movam e se tornem mais leves dentro desse balão, assim que ela passa para o outro lado.*

*E: Como é que se torna mais leve?*

*MAC: Aí complica, porque... Se eu começo a... É que eu não tenho mais essa visão... Como é que se torna mais leve? Torna mais leve*

*porque elas são aquecidas e porque... Justamente, elas devem...  
Aí já, eu não consigo mais dominar.*

*E: Uh-hum. E desse lado de frio, do frio, do lado do copo gelado, o  
que acontece com essas moléculas?*

*MAC: Essas moléculas, resfriadas (esfriadas ou resfriadas? Resfriadas,  
né), hã... É tem, acho que já acabou o processo... Não tô vendo  
mais nada desse lado... As moléculas resfriadas desse lado de cá,  
elas vão se encontrar, num... De novo, num clima, numa  
temperatura que é abaixo daquilo que é... Que faria com que elas  
se estendessem, crescessem, né, e... Retornando mais  
pequeninhas de novo, né, e se tornando mais pesadas, também,  
por essa questão.*

*E: A temperatura tem uma influência no tamanho dessas moléculas?*

*MAC: Acredito que sim. Acredito que elas...*

*E: No aumento de temperatura, o que acontece com as moléculas?*

*MAC: Normalmente, elas dilatam, né. Elas deveriam se dilatar e quando  
elas se esfriam elas se contractam.*

*E: E no líquido, como estão essas moléculas?*

*MAC: Como elas estão... organizadas? Elas se encontram organizadas  
no líquido... em conjunto, né. Em conjunto. E.. Eventualmente,  
justamente, com o calor, elas começam a pegar mais expansão,  
maior tamanho, aí, elas se evaporam, vão se transformar em  
líquido de novo, numa temperatura mais fria. Que é o efeito, do...  
Por exemplo, da chuva, né. Como é que se transformam, como é  
que as nuvens se transformam? Existe um efeito de... de calor, que  
faz com que as moléculas que se encontram no solo se evaporem,  
porque elas se tornam porque, talvez, elas se tornam maiores  
e... em gás, sobem e depois, resfriam, se tornem de novo líquido  
e... Podem até se tornar gelo, se for o caso, se elas se  
encontrarem em uma temperatura muito, muito fria, né.*

*E: Tem uma coisinha que eu não entendi. Antes tu tinha falado,  
naquela parte anterior, que essas moléculas, esse átomos, no*

*calor elas dilatariam, com a temperatura alta e na temperatura fria, elas retrairiam. E agora tu tá me falando na velocidade de agitação dessas partículas. Tá acontecendo as duas coisas? Ou uma coisa ou outra?*

*MAT (27): Não, as duas.*

*E: Acontecem as duas coisas?*

*MAT: As duas coisas. O movimento é mais rápido e a molécula, em si, ela vai se dilatar. É os dois juntos, não é um...*

*E: É, se tu pudesse fazer um desenho que pudesse representar o que ocorreu.*

*NJI (24): É um esquema, não é a realidade, né [risos].*

*E: Porque tu acha que não é a realidade?*

*NJI: Porque quando eu tenho a impressão que, quando tu faz um esquema, é uma simplificação...*

*E: Ah, sim. Um esquema, então, que ajudasse a explicar o...*

*NJI: Aqui, está, então, já o líquido... Depois... Posso usar outro?*

*E: Pode, pode usar quantos quiser.*

*NJI: [Risos]. Então aqui vamos fazer... Assim.*

*E: Esses tracinhos vermelhos que tu estás fazendo...*

*NJI: São a força de atração.*

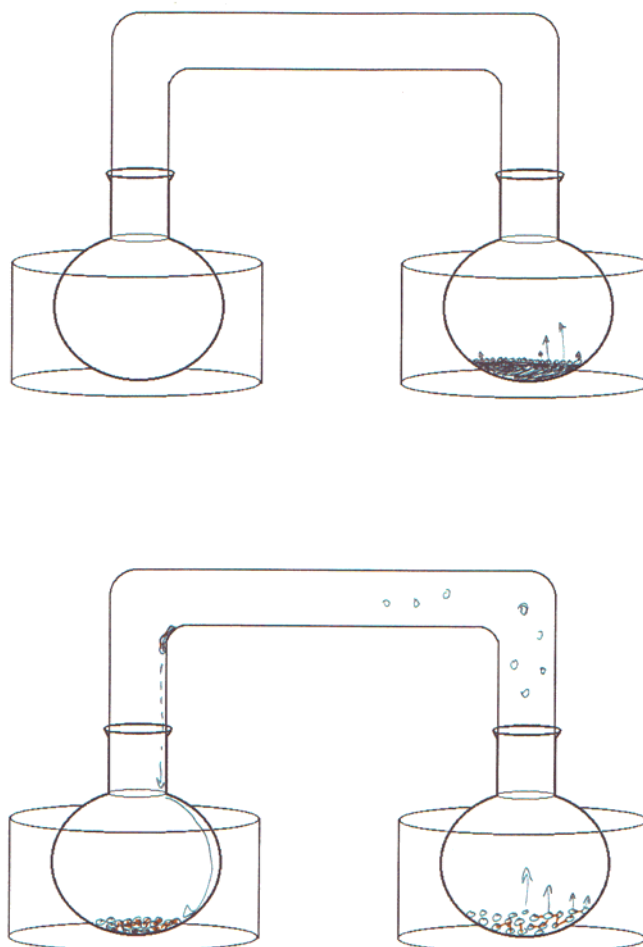
*E: E essas setinhas que você está fazendo, são o que?*

*NJI: Porque não vão todos de uma vez, né, por isso que fica líquido, né. É a mais rápido né, é a mais aquecida do quente, se desfaz da força de atração e...*

*E: E aqui no balão [b]?*

*NJI: Wait!*

NJI



**Figura 4** – Esquema de transformação física desenhado pelo sujeito NJI.

- E:* Qual a influência da temperatura nesse processo de evaporação?
- ROB (36):* Ele... A temperatura aumenta a agitação térmica das moléculas, o que provoca o escapamento dela o meio, né. E a transformação de estado do líquido para o vapor.
- E:* E quando transforma o estado, o que acontece com essas moléculas?
- ROB:* Elas, elas tendem a se dispersar mais, aumenta muito mais a capacidade de dispersão.
- E:* E no balão que tá na água fria, o que aconteceria com essas moléculas?
- ROB:* Como aqui ela tá chegando... Aqui, elas, em função da temperatura, ela tá perdendo energia cinética. Quer dizer, que de

*alguma maneira, o ambiente tá roubando um pouco de calor, o que diminui a agitação térmica, o quer dizer que as moléculas perdem energia cinética e se aglutinam, de novo, fazendo a mudança de estado, que é justamente o processo de condensação. A perda da energia cinética e a conseqüente condensação, que dizer, a passagem, de novo, para o estado líquido.*

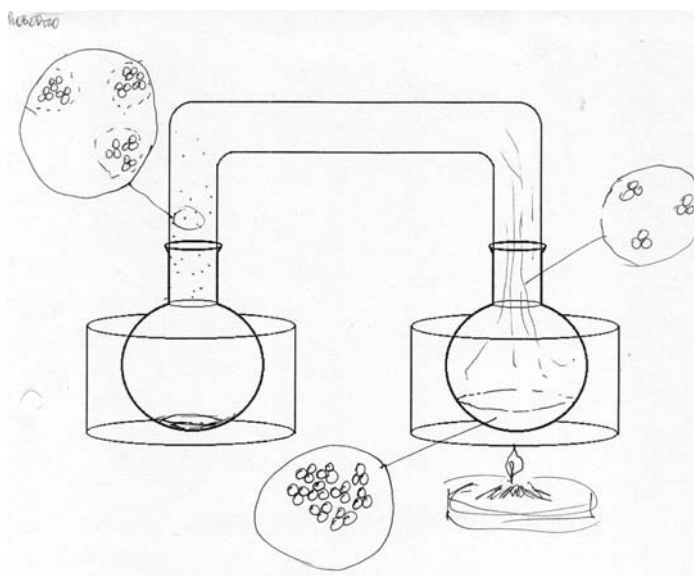
[...]

*E: Tu poderia me fazer num dos desenhos a representação dessas moléculas que tu falou que teriam dentro na matéria?*

*ROB (36): Aqui [na parte do líquido] e aqui [na parte da condensação]?*

*E: É, pode ser.*

*ROB: Não sei qual seria o gás, mas vamos supor que... Elas estariam num grau de desagregação... Vamos supor que seriam uma molécula com três átomos, né. Alguma coisa assim... Acho que bastaria isso aqui... Poderia fazer um desenho para representar o fim do processo, mas seria simplesmente o...*



**Figura 5** – Esquema de transformação física desenhado pelo sujeito ROB.

*E: No líquido..., qual a diferença entre as moléculas no líquido e no gás?*

*VOL (26): Não tenho a mínima idéia... Talvez porque elas se destroem, né. Ao invés de ser  $H_2O$ , vai virando H, vai virando O, não sei o*

*que...*

*E: Um sujeito me disse que essas moléculas, elas aumentariam de tamanho com a temperatura, elas se dilatariam, e, por isso, elas ocupariam mais espaço...*

*VOL: É bem provável. Eu só tenho assim uma lembrança, das minhas aulas de física...*

### 3.1.2) Segundo estudo: mudanças de estado do iodo.

#### Categoria I

O material é considerado composto por uma substância sólida e por outra cujo estado é difícil de ser descrito, podendo ser um líquido ou um gás. Entretanto, na maior parte das vezes, esse segundo constituinte é visto apenas como algo que confere cor ao vidro do tubo, cujo estado da substância não é identificado. Essa matéria corante, inclusive, não teria massa ou peso, ou esse seria desprezível. O corante estaria, de alguma forma, contido dentro da matéria sólida. Quando o tubo é posto no aquecimento, o corante é liberado e tingem o tubo de ensaio. O aquecimento, o calor ou fogo provocaria também a desunião do material sólido, arrastando suas partes, as limalhas, para mais acima do tubo, onde se fixariam. Quando o tubo é retirado do aquecimento, gradativamente, a cor se esvaece. A cor pode voltar quando o tubo novamente aquecido pois ainda haveria corante junto às limalhas. Porém, há sujeitos que expressam que a cor não voltaria por o material inicial já teria liberado toda sua cor violácea. Em resumo, a única transformação interpretada para o material inicial é sua fragmentação, não ocorrendo outro tipo de transformação de estado ou de natureza.

O material inicial é percebido de diferentes maneiras:

*FRE (12,6): Parece ferro. Parece o ferro, quando ele é cortado. Existem pequenos pedaços que brilham.*

*ALE (12,8): Parecem pintura. Quando se raspa alguma coisa, por exemplo, que tá brilhante, pintura, quando tá seca e se raspa...*

*DAN (14): É escuro e são em várias... São esmigalhados, parece entre o ferro, o alumínio, assim...*

A previsão feita para o aquecimento do material original leva em consideração o comportamento de substâncias conhecidas:

*SAN (11,8): Hã... Vai transformar-se em líquido?*

*E: Porque?*

*SAN: Porque vai aquecer e vai..., vai... Não sei como explicar... Vai... Como, por exemplo, quando se mete manteiga dentro de um tacho e bota-se no fogão, derrete.*

*E: Porque vai fundir?*

*FRE (12,6): O metal se aquecido, ele funde.*

*ALE (12,8): Por exemplo, se pegamos um bocado de gelo, por exemplo, numa panela, e ferve, vai aquecendo o gelo, vai se formando água.*

*E: E porque derreteria?*

*DAN (14): Porque o calor é tanto que... E como não resiste ao calor, vai derreter.*

A descrição do aparecimento da cor violeta é feita de diversas maneiras, mas se mantém a idéia que a cor está no vidro do tudo de ensaio:

*E: Da onde tá vindo essa cor?*

*CAI (11): Das pedras.*

*E: A cor estava dentro delas?*

*CAI: Não.*

*E: E porque surgiu essa cor roxa<sup>10</sup>?*

*CAI: Não sei.*

*E: Essa cor é o que: é o vidro que tá ficando roxo ou é alguma coisa que tem dentro do vidro que tá ficando roxo?*

*CAI: É o vidro.*

*E: O que é essa cor violeta que tu vê?*

---

<sup>10</sup> O sujeitos utilizam diferentes nomes para a mesma cor: azul, lilás, roxo e violeta, por exemplo.



*PED (11,4): Não sei.*

*E: É o vidro que ficou violeta ou é alguma coisa dentro do vidro que ficou violeta?*

*PED: É o vidro. Acho que foi o vidro.*

*E: Porque tu acha que o vidro ficou violeta?*

*PED: Também não sei.*

*E: Essa cor lilás, é a mesma coisa, é da mesma substância desses pontos brilhantes que tem em volta do tubo?*

*SAN (11,8): Não. Acho... Eu acho que foi o tubo que ficou lilás.*

*E: Ah, o tubo ficou lilás?*

*SAN: Sim.*

*E: Uma outra criança que eu entrevistei me disse que quando eu aquece essa pedra se separa em duas, a cor violeta, lilás e as pedras...*

*SAN: Não...*

*E: O que está violeta: é alguma coisa que tem dentro do tubo ou é o próprio tubo?*

*FRE (12,6): É o próprio tubo.*

*E: Essa cor roxa vem de onde?*

*ALE (12,8): Das pedras.*

*E: O que tá roxo, é o vidro que ficou roxo ou é alguma coisa que tem dentro do vidro que ficou roxo?*

*ALE: É o vidro.*

*E: Essa cor violeta é o vidro que ficou violeta ou alguma coisa que tem dentro do vidro que ficou violeta?*

*DIE (13,5): O vidro que ficou violeta.*

*E: É o tubo que tá ficando violeta ou alguma coisa que tem dentro do tubo que tá ficando violeta?*

*DAN (14): É por causa da substância que tem dentro, deve ser violeta, e com o calor, tinge o tubo.*

*E: Então é o tubo que tá ficando violeta e não nada que tenha ali dentro?*

*DAN: Uhm... O que tá dentro sumiu.*

*E: Sumiu ou subiu?*

*DAN: [O experimentador tira o tubo da chama e o leva para próximo do sujeito] O que tá dentro já não... Pintou o resto do tubo e ao pintar... Era tipo um colorante a pintar o vidro.*

Uma vez que a fluidez é uma característica típica dos líquidos, a cor violeta é interpretada como sendo de um líquido:

*E: Essa cor violeta é o que?*

*DIE (13,5): Parece vinho.*

*E: Mas é um líquido essa cor violeta?*

*DIE: É.*

*E: [O experimentador faz o gás escorrer pelo tubo]. Ela parece um líquido?*

*DIE: Sim.*

A característica fluída da matéria de cor violeta pode provocar uma reorientação da hipótese manifesta ou seguida pelo sujeito, ocasião onde ele pode, inclusive, interpretar o calor de forma substancialista:

*E: Tu nota a cor roxa escorrendo?*

*CAI (11): Sim.*

*E: O que tá escorrendo é o que? É um líquido?*

*CAI: Não [risos].*

*E: É o que?*

*CAI: Calor.*

A justificação dada ao aparecimento da cor sugere as formas como os sujeitos interpretam a composição do material inicial. O posterior surgimento de um material brilhante mais acima do tubo de ensaio, na forma de limalhas, também auxilia a interpretação das idéias dos sujeitos sobre a composição do material inicial:

- E: Tu nota mais alguma coisa além da cor roxa no vidro?*
- CAI (11): Brilhantes.*
- E: Esses brilhantes que estão aí, o que eles são?*
- CAI: Estavam nas pedras.*
- E: Estavam nas pedras ou são as próprias pedras que vieram parar aqui em cima?*
- CAI: Não, as pedras, não.*
- E: Como é que vieram parar aqui em cima?*
- CAI: Com o calor da vela.*
- E: Empurrou elas pra cima?*
- CAI: Uh-hum.*
- 
- E: Esses pontinhos brilhantes que tu vê, como é que eles vieram parar aí em cima?*
- PED (11,4): Porque eles saltaram com o calor.*
- E: Porque eles saltaram com o calor?*
- PED: Porque é muito quente e então eles não agüentaram o calor.*
- 
- E: O que são esses pontos brilhantes no tubo? Da onde eles vieram?*
- DAN (14): Vieram das partículas que estavam aqui dentro. Quando você me perguntou se brilhava, eu disse que sim, e como não resistiu aqui, então, foi subindo por causa do calor. E ficou acá.*
- E: Não entendi, como é que elas vieram parar aqui em cima?*
- DAN: Por causa do calor.*
- E: O calor empurrou elas?*
- DAN: Sim.*

O esvaecer da cor é outra ocasião propícia a auxiliar a interpretação das idéias manifestas pelos sujeitos:

- E: Tu nota alguma coisa acontecendo com a cor roxa?*
- CAI (11): Tá a se ir.*
- E: Se ir pra onde?*
- CAI: Não sei.*

- E: *Tá saindo pra fora do tubo?*  
 CAI: *Parece que sim.*  
 E: *Mas tu nota a cor roxa saindo pra fora do tubo?*  
 CAI: *Não.*  
 E: *E como é que tu acha que ela tá saindo pra fora do tubo?*  
 CAI: *[O sujeito indica o vidro] Por aqui.*  
 E: *Pelo vidro mesmo, ela tá saindo pelo vidro?*  
 CAI: *Sim.*

Os sujeitos que podem ser enquadrados nessa categoria manifestam diferentes opiniões sobre a conservação de quantidade de matéria, mas a maioria deles indica que a quantidade não se manteve, podendo após as transformações indicar que há maior ou menor quantidade do que havia inicialmente. E isso depende de suas idéias sobre a composição do material inicial:

- E: *Porque teria menos?*  
 CAI (11): *Porque derreteram.*  
 E: *E derretendo acontece o que? Porque elas ficam com menos?*  
 CAI: *Porque explodem.*
- E: *Esses pontos brilhantes, que tem aqui em volta do tubo, se eu reunisse todos eles, teriam a mesma quantidade daquilo que eu tinha mostrado pra ti na ponta da colher?*  
 SAN (11,8): *Hã... Acho que sim. A pedra tinha brilhantes.*  
 E: *Então teriam a mesma quantidade, se reunisse tudo?*  
 SAN: *Acho que tem mais.*  
 E: *Porque tu acha que tem mais?*  
 SAN: *Porque aqui tem muitos mais brilhantes. É muito mais.*
- E: *Se eu pegasse e raspasse tudo isso que tá no vidro e juntasse tudo, teria a mesma quantidade de pedrinhas que eu tinha te mostrado na ponta da colher?*  
 ALE (12,8): *Não. Teria menos.*  
 E: *Porque agora tem menos?*

ALE: *Porque... As pedras foram se..., como dizer, fez-se líquido e subiram. E Quando era, total... A água, por exemplo... Algumas partiram-se em bocados pequenos e ficaram colados no vidro.*

E: *E essa parte que se perdeu, de antes, ela foi pra onde?*

ALE: *Vaporizou-se.*

E: *E saiu pelo tubo?*

ALE: *Não sei.*

E: *Teria mais ou teria menos?*

DIE (13,5): *Teria mais.*

E: *Porque teria mais?*

DIE: *Porque é pequeninas pedras e, agora, as pequeninas pedras... Normalmente, teria mais.*

E: *Agora teria mais que antes?*

DIE: *Sim.*

Entretanto, pode haver quem indique uma conservação de quantidade, pois não atribui massa (peso) à matéria que confere cor ao tubo de ensaio:

E: *Essa cor, que apareceu aqui, ela tem peso?*

PED (11;4): *Não sei.*

E: *Ela pesa alguma coisa?*

PED: *Não tem nada. Acho que não.*

E: *Se eu raspasse tudo que tá em volta do tubo e juntasse tudo, teria a mesma quantidade daquilo que eu tinha te mostrado na ponta da colher?*

DAN (14): *Sim, só que como tá tudo colado, vai fazer ou maior ou mais pequeno, depende. Só que... Agora, é a mesma quantidade, só que tá colado.*

E: *E porque o tubo ficou violeta antes?*

DAN: *Por causa das pedras, com o calor tinge, certamente, e ao tinger, ficou o tubo violeta. Até ficar, até tirar do calor.*

E: *Aquela cor violeta, que tinha antes, ela tinha peso?*

- DAN: *Não. Não parecia. O que tem peso é isso [o material preto].*
- E: *Aquela cor violeta era alguma substância, alguma coisa?*
- DAN: *Devia ser um colorante que estava nas pedras.*
- E: *E esse colorante que estava nas pedras, ele escapou de dentro das pedras?*
- DAN: *Com o calor fez-se ir a cor.*

Se no reaquecimento aparecerá cor novamente ou não, isso depende do quanto corante a substância teria perdido inicialmente.

O enquadramento dos sujeitos nessa e nas outras categorias não leva em consideração as percepções e as justificativas dadas pelos sujeitos sobre a reversibilidade da transformação sofrida pelo material inicial. Entretanto, alguns excertos de protocolos permitem mostrar o quanto a interpretação da reversibilidade da transformação sofrida pelo material inicial auxilia a compreensão da conservação da natureza da matéria:

- E: *E da onde surge, de novo, esse fumo?*
- ALE (12,8): *Daquela pedrinhas, vaporizaram-se.*
- E: *Esse fumo sai das pedrinhas ou ele é as próprias pedrinhas que se vaporizaram?*
- ALE: *As pedras que se vaporizaram.*
- E: *Porque essas pedras se vaporizam?*
- ALE: *Se mete no calor, vão derreter, depois, se deixar no calor, vai se vaporizar.*

### Categoria II

O material é considerado composto por duas (ou mais) substâncias: uma sólida, que confere a aparência externa ao material; e outra fluída, de cor violeta, que está contida no interior da crosta sólida. Ao aquecer o material, ele “se abre” e o fluído escapa, carregando os fragmentos sólidos para cima e os depositando nas paredes do tubo. Quando o tubo é resfriado, após ser retirado da chama, o fluído escapa do tubo. Há dificuldades de explicar a reversibilidade do fenômeno.

O material inicial, novamente, é percebido de diferentes maneiras, mas dessa vez de formas mais elaboradas:

*RHY (11): Como aquela coisa que tem no lápis, mas mais preto.*

*CAT (21): Um metal ou talvez seja um ente intermediário, talvez não seja um metal.*

*EDE (26): Feldspato, se eu não me engano...*

*SOC (36): Polvorazinha, pólvora.*

*GIS (46): Parece grafite.*

A previsão feita para o aquecimento do material original leva em consideração o comportamento de substâncias conhecidas, onde novamente são manifestadas hipóteses mais elaboradas e indicadas de maneira condicional:

*LUA (11): Quando ficar quente, vai derreter.*

*RHY (11): Vai partir em fumo.*

*E: Porque tu pensa assim?*

*RHY: Hã... Porque ele fica líquido. Porque ele é duro, antes. É como o carvão quando tu põe no fogo, ele vai queimar e depois vai partir em fumo.*

*E: Eu vou pôr dentro do tubo e vou levar o tubo à chama, o que tu pensa que vai acontecer?*

*FAB (12,6): Hã... Vai ter um certo gás, com cor. E vai flhuif! [onomatopéia], vai subir.*

*E: Porque tu acha que vai sair um gás?*

*FAB: Porque isso aqui aquecendo vai transformar-se em gás. Vai se encher de gás lá dentro. E esse gás tem cor.*

*E: E o gás tá dentro da pedrinha?*

*FAB: Tá dentro e, também, há um bocado fora. Fora é o gás que tá seco, que tá duro. E dentro tá o gás que não tá sólido, que tá assim como outra coisa.*

ISA (13): *Vai queimar.*

E: *E queimando, o que vai acontecer?*

ISA: *Não vai brilhar mais.*

E: *O que tu acha que vai acontecer quando eu aquecer essas pedrinhas?*

CAT (21): *Bom, ou podem fundir... Ou podem... Pode não acontecer nada.*

E: *Como é que tu acha que seria essa fusão dessas pedrinhas quando eu botar elas na chama?*

CAT: *Bom, depende da temperatura de fusão da..., do objeto aqui presente. A chama se for suficientemente quente, pode ficar líquido e se ainda for suficientemente quente pode se evaporar e, talvez, aí tenha cores diferentes ou... Aliás, uma aliança de diversas..., de diversas coisas pode ter, com chamas de diferentes cores ou com líquidos de diferentes cores, não sei.*

STE (25): *Não formei uma idéia muito boa do que poderia acontecer. Hã... Talvez como a se..., se é um metal, poderia começar a..., como é que se chama isso?*

E: *Derreter?*

STE: *Não.*

E: *Enrubrecer, ficar vermelho?*

STE: *Sim, pode ser.*

E: *Como o ferro, por exemplo, quando a um temperatura muito grande, fica todo vermelho?*

STE: *Sim, sim.*

E: *O que tu acha que vai acontecer quando eu botar ela no fogo?*

EDE (26): *Se for feldspato não derrete.*

E: *E se for outra coisa?*

EDE: *Provavelmente ela vai derreter.*

E: *Porque ela vai derreter?*

EDE: *O calor... Se for meta... Alguma coisa ligado ao metálico, porque*



*o... A mica se eu não me engano, ela pode ser... O feldspato com maior intensidade. Não com esse fogueiro [a chama da vela] aí, não. Acho que com um calor mais forte. Que ali não deve chegar a 100 graus. Só essa velhinha, provavelmente não chega a 100 graus, não. Mas, provavelmente vai derreter, sim, sim.*

*JUC (46): O que eu espero que aconteça? Eu não sei porque, eu acho que vai brilhar [risos]. Não sei porque, eu acho que vai ser uma coisa, não sei...*

A descrição do aparecimento da cor violeta feitas pelos sujeitos é um das primeiras pistas que podem ser seguidas para identificar as idéias que eles têm sobre a composição do material original:

*E: E de onde surge essa cor?*

*JOA (11): Das pedras.*

*E: E como surge essa cor?*

*JOA: É a cor delas.*

*E: Mas elas não eram cinza, pretas antes?*

*JOA: Pareciam.*

*E: E de onde tá surgindo essa cor roxa?*

*LUA (11): Uhm... Do negócio cinza.*

*E: Tava dentro da pedra?*

*LUA: É.*

*E: E esse roxo, da onde é que ele sai?*

*MIC (11): Sai das pedras.*

*E: Tava dentro das pedras?*

*MIC: Sim.*

*E: Dentro das pedras tinha um líquido roxo?*

*MIC: Sim, mas se vendo por fora elas são pretas.*

*E: De onde surge esse violeta?*

*RHY (11): Das pedras, que ficam líquidas.*

*FAB (12,6): Começou a mudar. Tá a ficar fluído. Está o gás a aparecer um pouco. Está ebulindo e há de... Rrruff! [onomatopéia]. Está se ouvindo a pedra a estalar e o gás a se ir.*

*E: Esse gás surgiu da onde?*

*FAB: De dentro da pedra.*

*ISA (13): Uhm... Hã, que... [risos]. O carvão derreteu, né, e tá fazendo um efeito [risos] estranho.*

*E: Que efeito estranho?*

*ISA: Dá o vidro..., como fala? O vidro tá com uma cor violeta e depois isso sobe.*

*E: Da onde sai essa cor violeta?*

*ISA: Do efeito do calor.*

*E: Essa cor violeta tava dentro das pedrinhas?*

*ISA: Não... Sim.*

*E: Porque aparece essa cor violeta? Da onde vem ela?*

*JOE (13,6): Das pedras.*

*E: Elas estavam dentro das pedras?*

*JOE: Estavam. Estava a derreter e essa cor que tinha lá dentro, formou-se essa, né.*

*E: E de onde vem essa cor?*

*PAL (20): Do mineral. Com o fogo, com o calor, há um processo químico que faz com que...*

*E: A cor sai de dentro do mineral?*

*PAL: Sim, sai de dentro da pedra.*

[...]

*PAL: Sim, com o calor há um processo de extração da substância, que acontecendo isso... O calor fez com que, sim, isso, que se extraísse essa cor dentro dessa substância.*

*E: Essa cor roxa é da mesma matéria das pedrinhas que eu tinha te mostrado? Ou é outra coisa?*

*CAT (21): Assim, deve ser da mesma matéria, mas ela pode ser roxa, por ter entrado em contato com o oxigênio, por exemplo, fazendo uma oxidação, ou ela pode... Ou, então, as pedrinhas que tu me mostrastes talvez fossem uma mistura de diversas coisas e aí tivesse havido uma separação dos diversos elementos.*

*NJI (24): Não sei se é só..., porque, tá ficando líquido, né.*

*E: Essa cor violeta, ela surge da onde?*

*NJI: Deve ser o gás que corre das pedras quando..., foundre?*

*E: Quando fundiram?*

*NJI: É quando fundiram..., deitaram, não sei...*

*E: Esse gás, tava aonde, tava dentro da pedra?*

*NJI: Hã... [risos]. É, acho que sim, e com o calor ele foi largado.*

*EDE (26): Essa cor violeta sai da pedra, pelas explosões da pedra. A cada explosõezinhas dela, a cor violeta surge, ou essa cor surge. Ah, então a pedra vai se desfazendo...*

*E: O que tá acontecendo?*

*GIS (46): Um vermelho.*

*E: Vermelho como?*

*GIS: Ele não tá líquido.*

*E: E o que tá tendo?*

*GIS: Tendo um ar, umas gotinhas.*

*E: Que ar? Sai da onde esse ar?*

*GIS: Sai da pedra.*

*E: O ar sai da pedra...*

*GIS: E tá ficando vermelho, roxo.*

*E: O que tá ficando vermelho?*

*GIS: O tubo embaixo.*

*E: Tá ficando vermelho de que?*

- GIS: *A pedra virou um ar e coloriu o fundo, todo o fundo do tubo.*  
 E: *O que coloriu o fundo do tubo?*  
 GIS: *Eu acho que é o ar que saiu dessa pedra. E essa pedra não virou líquido nem pasta.*

A fluidez da matéria de cor violeta, mais uma vez, causa dificuldades na atribuição do estado físico da matéria:

- E: *Essa cor é o que tá surgindo? É um líquido?*  
 JOA (11): *Uh-hum.*  
 E: *Ou é um gás?*  
 JOA: *É um líquido.*
- E: *E essa cor roxa é o que, é um líquido?*  
 LUA (11): *É.*  
 E: *[O experimentador tira o tubo da chama, leva-o próximo ao sujeito e inclina-o, fazendo gás escorrer]. É um líquido essa cor roxa?*  
 LUA: *Ah, não. É um ar.*  
 E: *Um ar?*  
 LUA: *Não sei, acho que é.*
- E: *Essa cor é o que? É um líquido?*  
 ISA (13): *Uhm... Não.*  
 E: *[O experimentador faz o gás escorrer pelo tubo].*  
 ISA: *É, é um líquido.*  
 E: *Porque tu acha que é um líquido?*  
 ISA: *Porque... Era... A pedra se derreteu, então, ficou...*  
 E: *Essa cor, ela tem peso?*  
 ISA: *Não.*
- E: *Essa cor violeta é o que?*  
 JOE (13,6): *Isso que estava dentro das pedras.*  
 E: *Mas é um líquido?*  
 JOE: *Acho que é. Essas pedras vêm da onde?*

- E:* *Quais pedras?*
- JOE:* *Estas que estão dentro do tubo.*
- E:* *Como assim?*
- JOE:* *Essas pedras, da onde vêm? Porque não são pedras normais, são especiais.*
- E:* *Porque tu acha isso?*
- JOE:* *Porque, normalmente, as pedras normais não derretem, não mudam, não sai essa água violeta.*
- E:* *E o que tu acha que ela tem de especial?*
- JOE:* *Tem, que tem, esse produto então, lá dentro. Então, pra mim é especial.*
- 
- E:* *É um líquido?*
- PAL (20):* *Não, não sei o que é... É líquido, sim, é líquido.*
- E:* *[O experimentador inclina o tubo e deixa o gás escorrer]. Porque tu pensas que é líquido?*
- PAL:* *Escorre.*
- [...]*
- E:* *Essa cor é da mesma substância do...?*
- PAL:* *Não, não. Ela é... é vapor.*
- E:* *Essa substância é vapor?*
- PAL:* *Não, é algo..., não é material. Ou seja, não é...*
- 
- E:* *Essa cor é o que? É um líquido ou um...?*
- MAR (25):* *Não dá pra ver se é um líquido*
- [...]*
- E:* *[O experimentador inclina o tubo, deixando o bocal em um nível mais baixo]. Isso que tá descendo é um líquido, quando eu faço assim com o tubo?*
- MAR:* *Não é?!? Ou não... Ah, não. Parece que é fumaça.*

O posterior surgimento de um material brilhante mais acima do tubo de ensaio, na forma de limalhas, também auxilia a interpretação das idéias dos sujeitos sobre a composição do material inicial. Além disso, permite evidenciar a justificativas que os

sujeitos dão para a transformação ou deslocamento do material inicial ou de uma fração dele:

*E: Tu nota mais alguma coisa além da cor?*

*JOA (11): Pontinhos.*

*E: Esses pontinhos são o que?*

*JOA: O que tinha antes nas pedras.*

*E: E como é que eles vieram parar aí em cima?*

*JOA: Com o calor.*

*E: E tu nota alguma outra coisa no tubo?*

*RHY (11): Uns pequeninos pontinhos em outras partes.*

*E: Como elas aparecem por aqui?*

*RHY: Por causa do calor.*

*E: O que o calor faz?*

*RHY: Ele quebra elas.*

*E: Essas pequenas pedrinhas são da mesma matéria, da mesma substância do violeta?*

*RHY: Não.*

*E: E tu nota mais alguma coisa além do gás?*

*FAB (12,6): Tá a fazer palhetas. Palhetas aqui por cima...*

*E: Porque estão surgindo essas pedrinhas, essas palhetas?*

*FAB: É a pedra que estalou, que subiu.*

[...]

*E: E o que acontece para essas palhetas surgirem aqui em cima?*

*FAB: É... Com o calor, porque estala, fez pluff! [onomatopéia], explodiu.*

[...]

*E: Uma outra pessoa que eu entrevistei, me disse que quando eu aqueço essas pedras, elas se dividem em duas coisas, uma gás violeta e outra essas pedras que vem parar aqui em cima. Tu acha que ela me disse certo?*

*FAB: Pois, mesmo antes de aquecer elas já tem duas coisas. Tem fora,*

*que é pedra. E dentro que é o gás. Como a Terra.*

*E: Como a Terra?*

*FAB: A Terra tem uma coisa dura, por fora, e lá dentro tem o gás, em fusão.*

*ISA (13): É a pedra, ela ficou no calor, saiu essa cor assim e isso é as coisas que tem na pedra, que parece que brilha, então, não?*

*E: Então, com o calor dividiu em duas coisas: uma cor e outra essas pedrinhas que estão aqui, em volta do tubo?*

*ISA: Pode ser.*

*E: Isso que tá aqui em volta do tubo...?*

*ISA: É o queimado.*

*E: Como é que ele veio parar aqui em cima?*

*ISA: Por causa do calor.*

*E: O calor empurrou?*

*ISA: Uh-hum.*

*E: E essa cor [violeta] é da mesma substância dessas pedrinhas, dos cristais que tu vê no vidro?*

*JOE (13,6): É.*

*E: São a mesma coisa?*

*JOE: Sim.*

*E: Mas porque elas são diferentes então?*

*JOE: Porque com o calor mudou. Ou senão, foi quando ela abriu, né. Com o calor, ela abriu, a pedra. E tinha esse produto aí, esse produto saiu e, depois, no fim, o resto se abriu, e ela foi pra cima, com o calor. Foi ainda mais pra cima do que esse líquido que tinha lá. Depois ficou aqui, porque não tinha mais calor, senão subia mais.*

*E: Além da cor roxa e das gotinhas, mais alguma coisa?*

*CAT (21): Tens mais alguma cor que não é bem roxa, mas eu não tô... E umas particulazinhas... Ah, assim, cor prata.*

- E: Aonde estão essas particulazinhas?*
- CAT: Estão, digamos, não na parte inferior do tubo, que subiram um pouquinho.*
- E: Isso que tu estás vendo nas paredes do tubo é parecido com aquelas pedrinhas que eu tinha te mostrado?*
- CAT: Acho que sim, acho que podemos dizer isso.*
- E: Se quiser ver melhor... [O experimentador tira o tubo da chama e leva mais próximo do sujeito].*
- CAT: Sim. Devia ser... Parecia, assim, brilhantinho na... Uh-hum. Né.*
- E: Tu podes me descrever um pouco melhor essas particulazinhas que estão grudadas na parede do tubo?*
- CAT: Particulazinhas que parecem ser bastante ligeiras... Que subiram no tubo, hã, quer dizer que... Sei lá, realmente que não são muito pesadas. Tem cor prata. Não sei exatamente o que podia ser...*
- E: E como elas surgiram na parede do tubo?*
- CAT: Hã... Eu acho que com a chama aqueceu... Então houve uma espécie de evaporação. Depois, quando atingiu uma temperatura mais, mais baixa, ao subir do tubo, elas ficaram agarradas a parede.*
- E: E elas subiram pelo tubo de que forma?*
- CAT: Talvez, hã... Não sei. Talvez, a evaporação tenha levado de um... Dos elementos que tavam aqui, e como alguns mais ligeiros, acabaram por se evaporar. Aqueles que seriam sólidos tivessem ficado ali agarrados às paredes do tubo.*
- NJI (24): Pra mim são da pedra mais..., deve ser uma substância da pedra, que foram separadas, o gás e essas pedras que estão a espalhar-se.*
- E: Esse brilho são pedrinhas também? E vem da onde?*
- MAR (25): Eu acho que parte evaporou e parte se transformou nisso aí.*
- E: E como é que elas vieram parar aqui em cima?*
- MAR: Talvez sofreu alguma pressão, por causa do fogo... E parece que*



*tá sumindo, um pouco, a cor.*

*STE (25): Uma parte da substância, dessas pedrinhas, deveria ser isso que se transforma naquela coisa violeta. Bom, sim, mas... Isso eu diria que, aqui, pra mim, como isso se apresentou, eu acho que a substância era a..., que a substância se dividiu em algumas partes mais firmes e em algumas partes mais, mais..., um tipo de gás.*

*EDE (26): Oh, my God! Pequenas partículas de prumf [onomatopéia], de, de, de, ué, pequenas partículas da tal pedra... Aquela pedra que você me mostrou, ela se descompôs totalmente. O que era brilhoso tá de um lado, o que talvez era meio grafite, tá no meio e o tal, a tal cor, que a gente não via, tá à direita. E essas pequenas partículas são, agora, sim, um pouco mais éclatants que antes, mais que a pedra. São pequenas partículas cheias de... Meio pontiagudas. Pode até entrar no dedo e machucar. Hã... E tem a sujeira, que tá no meio, que é esse pó preto, que é a impureza dela, que eu chamo de impureza, não sei se tá certo. Hã, mas são impurezas, sim. E o violeta... Mas, engraçado que o violeta agora está diminuindo a cor...*

*GIS (46): Parece que separou três coisas que tinha nessa pedra: uma coisa preta, uma coisa prateada e uma coisa que a gente não via que era essa cor vermelha. Agora eu não sei.*

O esvaecer da cor é outra ocasião propícia para auxiliar a interpretação das idéias manifestas pelos sujeitos:

*E: O que está acontecendo com a cor?*

*CAT (21): A cor está ficando cada vez mais clara.*

*E: Porque ela está ficando cada vez mais clara?*

*CAT: Talvez haja mistura com o ar exterior.*

*E: O ar exterior estaria entrando dentro do tubo?*

*CAT: Hum... Ou então, como tá quente, o gás que tava aí, nas cores cor*

*de rosa, tá ocupar mais espaço, difundir... Ou saindo do tubo, em todos os casos, ocupando mais espaço e diminui a concentração de cor.*

*STE (25): A substância [violeta] sai do vidro, talvez.*

*E: Tu vê ela saindo do vidro?*

*STE: Se eu vejo? Não, claramente não. Seria uma possibilidade ou poderia se juntar, de qualquer modo, com a substância aqui, que surgiu daquela substância. Ou, que mais, eu acho que isso não é correto, mas poderia ser, que a cor desaparece, mas a substância resta lá, mas eu acho que isso não deveria ser.*

*EDE (26): Ah! Pelo oxigênio... Não, não tem nada a ver. Tinha oxigênio antes. Não, tá sumindo completamente. É por causa do calor. O calor fez com... Esse elemento químico que tava aí, dentro dessa pedra, que compunha essa pedra, pelo calor ele se transformou em violeta e, agora, pela baixa de temperatura, tá sumindo. Tá se tornando da cor que não tem cor.*

*E: Tu nota alguma coisa acontecendo com a cor?*

*SOC (36): Sim, ela tá desaparecendo, devagarinho.*

*E: Porque ela tá desaparecendo?*

*SOC: Porque ela sai do calor.*

*E: E o que tu acha que tá acontecendo ela, com a cor?*

*SOC: Ela tá evaporando.*

*E: Tá subindo no tubo?*

*SOC: É ela tá saindo, tá se desfazendo... Mas continuam as pedrinhas ainda coladas no vidro.*

*GIS (46): A cor está sumindo. E parece que as pedrinhas estão virando igual que era antes.*

*E: E porque a cor está sumindo?*

*GIS: Eu acho que tá evaporando...*

[...]

*E: E porque evaporou?*

*GIS: Ah, eu vou inventar, né. Porque devia estar fixada na pedra, em estado sólido. E esquentada ela ficou liberada no ar e depois ela...*

*E: E agora que eu tirei do calor?*

*GIS: Agora, você me dizendo, pode ser que ela tenha evaporado porque ela foi separada da pedra. Mas pode ser que ela esteja aí ainda e quando esquentar ela vai volta a aparecer.*

Nessa categoria, mais uma vez, não há conservação de quantidade da matéria, visto que se pensa que algo que compunha o material inicial se perdeu para exterior:

*FAB (12,6): Não.*

*E: Porque?*

*FAB: Já não teria o gás e o gás tava na pedra.*

*E: Se eu pegasse tudo isso que tá em volta do tubo e raspasse tudo isso, tu acha que teria a mesma quantidade daquilo que eu tinha te mostrado antes na ponta do canivete?*

*ISA (13): Não, porque eu penso que, também... Evaporou alguma coisa, que foi embora*

*JOE (13,6): Acho que não.*

*E: Porque tu acha que não?*

*JOE: Porque já... porque era como se eu rasgava o papel. Porque colando, ficando um pedacinho ou dois que faltavam. Então, aqui, creio que a mesma coisa, colando, vai faltar umas duas ou três coisas. Então, não poderia ser a mesma coisa, não poderia ser exatamente, mas quase.*

*PAL (20): Sim. Ou uma parte se transformou em... Não, não. Uma parte se transformou em vapor colorido e outra... Ou melhor, há menos do que antes.*

*E: Se eu raspar o que tá aqui no tubo, e se eu conseguisse raspar tudo e reunisse tudo, teria a mesma quantidade daquilo que eu tinha te mostrado na ponta do canivete?*

*CAT (21): Acho que não, acho que alguma coisa deve se ter perdido.*

*E: E o que é essa coisa que Teria se perdido?*

*CAT: Se, por algum acaso, alguma coisa foi, por exemplo, por evaporação, talvez tenha perdido e tenha diminuído, infelizmente, as quantidades e a... Ou, talvez, haja uma mistura com o... Não sei.*

*MAR (25): Eu acredito que um pouco menos.*

*E: Porque?*

*MAR: Por causa..., alguma parte delas se perdeu aí, sei lá, se evaporou... Eu acredito que perdeu uma Quantidade.*

*MAT (27): As partes menos, como eu falei antes, as partes menos sólidas, que são mais..., mais sensíveis ao calor, evaporaram. Saíram pelo bico do tubo, por isso que eu acho que a quantidade, se a gente raspar tudo, não vai ser a mesma que a pedra no começo.*

*JUC (36): A mesma quantidade você diz o que? O mesmo volume?*

*E: A mesma quantidade, massa, peso...*

*JUC: Acredito que não.*

*E: Seria mais ou menos?*

*JUC: Acho que seria menos.*

*E: Porque teria menos?*

*JUC: Acho que alguma coisa daí se perdeu pra formar essa cor violeta.*

*E: Se perdeu para onde?*

*JUC: Evaporou ou...*

*E: Se misturou com o ar?*

*JUC: É.*

*GIS (46): Parece que é bem menos. Mas... se raspar, pode ser que seja a*

*mesmo. Mas eu acho que é menos.*

A previsão sobre o comportamento do material sólido que ainda se encontra no tubo frente ao reaquecimento é outro momento que auxilia a inferência sobre as idéias utilizadas pelos sujeitos para interpretar o material inicial e suas transformações:

*E: E se eu aquecer agora essas pedrinhas que estão em volta do tubo, o que tu acha que vai acontecer?*

*JOA (11): Vão vir pra lá...*

*E: E tu acha que vai surgir a cor violeta de novo?*

*JOA: Não.*

*E: Porque tu acha que não?*

*JOA: Porque surgiu uma vez e os brilhantes foram pra cima.*

*E: O que tu acha que vai acontecer quando eu aquecer isso que tá em volta do tubo?*

*LUA (11): Vai sair mais líquido, não sei, ar roxo e vai ficar menor ainda, ou vai desaparecer.*

*E: E por que vai sair mais ar roxo?*

*LUA: Porque, aí... Quando tava querendo sair ar roxo, ficando pequeno. A mesma coisa.*

*E: Vai aparecer a cor roxa de novo?*

*MIC (11): Não. Pode ser que apareça, mas já não tenho certeza.*

*E: Porque tu acha que ele pode não aparecer?*

*MIC: Bah... Porque as pedras já estão pequeninas e, agora, já não deve ter gás com elas e, pronto.*

*E: Essas pedrinhas que tem no tubo, se eu aquecer elas o que vai acontecer?*

*RHY (11): Vai voltar o violeta.*

*E: Porque?*

*RHY: Porque... Porque, eu penso que se isso for a mesma coisa que antes, só que em pequeninas partes, elas vão ainda se quebrar e*

*vai ter a cor violeta.*

*E: E se eu colocar essa parte aqui, preta, em volta do fogo, o que tu acha que vai acontecer?*

*ISA (13): A mesma coisa.*

*E: Como, a mesma coisa?*

*ISA: Vai fazer o mesmo efeito que antes.*

*E: Com cor, com a cor violeta?*

*ISA: Uhm... Não, eu penso que não. Porque quando se imagina que a cor se evaporou, então não pode mais vir cor.*

*PAL (20): Eu penso que... Uhm... Ai... [Risos]. Não sei. Eu diria que... A cor se misturou com o ar, agora, não. Eu creio que...*

*E: Não sairia a cor novamente?*

*PAL: Creio que não.*

*E: O que tu acha que vai acontecer se eu aquecer essas pedrinhas que estão em volta do tubo?*

*NJI (24): Não sei... [risos].*

*E: Tu acha que vai surgir a mesma cor, violeta, que tinha antes?*

*NJI: Em princípio, depois dessa minha teoria, já não deveria acontecer grande coisa.*

Novamente, os excertos de protocolos permitem mostrar o quanto a interpretação da reversibilidade da transformação sofrida pelo material inicial auxilia a compreensão da conservação da natureza da matéria:

*CAT (21): Ah! Cor violeta...*

*E: De onde surge essa cor?*

*CAT: Do sítio onde tu estás a aquecer, que é, onde havia uns rastros pretos. Vira lá, para pôr as partículas brilhantes para ver o que dá.*

*E: [O experimentador faz].*

*CAT: Ah, também aparece.*

E: *Isso que está na borda do tubo é a mesma matéria do que eu tinha te mostrado na ponta do canivete?*

CAT: *Sim, eu acho que sim. A mesma matéria são os mesmos elementos, pelo visto, né.*

E: *Se eu conseguisse, naquela situação anterior, raspar tudo do tubo teria a mesma quantidade daquilo que eu tinha te mostrado na ponta do canivete antes?*

CAT: *[Risos] Quase a mesma.*

E: *Por que quase a mesma?*

CAT: *Porque eu acho que... Com certeza, debes ter perdido alguma coisa aí.*

E: *Porque está surgindo a cor, agora?*

STE (25): *Porque a mesma coisa acontece que antes...*

E: *Então...?*

STE: *Então, talvez, é uma substância só [risos].*

E: *Que...?*

STE: *Que não se divide em alguma coisa mais próxima, ou que se transforma em gás, mas com uma temperatura mais que a outra parte da substância, mas, bom, que tudo tem... Nesse aspecto, a substância deveria ser homogênea. E pra..., sim.*

E: *Esse gás violeta é da mesma substância dos cristais que há na volta do tubo?*

STE: *Bom, então, agora eu acho que sim. Ou, eu acho, de novo, que sim [risos]. Porque [risos], se..., depois do processo de fundir da substância e de que o gás surgiu, se depois daquele processo de resfriar e esquentar, de novo, a mesma coisa acontecer, isso deveria ser a causa porque a substância deveria ser uma. Os cristais, então, são da mesma substância que o vapor.*

E: *Se você tivesse que explicar para um amigo teu, porque fez essa passagem das características da pedra e depois o espalhamento das pedrinhas, e da onde é que surge a cor, como é que tu*

*explicaria isso?*

*EDE (26): Pelo meio, pelo intermédio do calor.*

*E: Qual o efeito do calor nisso?*

*EDE: O calor provoca, na tal pedra, uma reação... Talvez, seja gás. Talvez seja um certo gás que sai dela, ou sei lá, essa coisa violeta que sai dela, com o calor. Explode ela, faz esse efeito de... Violeta, e esse pouquinho preto que tá ali. É através do calor, o calor provoca essa reação na pedra. Ele dissolve completamente a pedra...*

*E: Se teu amigo não entendesse qual é a ação do calor nessa pedra, como é que tu poderia explicar de forma diferente para ele?*

*EDE: Se ele não entende qual é a reação do calor sobre essa pedra... Eu falaria que aquecendo essa pedra, essa pedra se desfaz completamente, bom, quase completamente, porque aqui em cima ainda tem um pouquinho [grãos brilhantes]. Aí, ela vai se... Tem aquela parte... Ô, ô, impressionante! Se dissolve... Ué, do sólido passa para o gasoso... É gasoso, claro. Do sólido passa para o vapor, gasoso. Não tem mais pedra nenhuma aí dentro. É mágica! [risos].*

*E: Esse gás é da mesma matéria desse sólido?*

*EDE: Não. O sólido, o que tá ali dentro... Se eu conseguisse reconstituir, sei lá por que meios, claro que são os mesmos componentes, se nada evaporou desse tubo de ensaio. Oh, ué, são, é aquela pedra, eu não posso dizer que não.*

*E: E como acontece essa passagem do sólido para o gás?*

*EDE: Através do aquecimento da tal pedra, ela se transforma de sólido para gasoso. Que pedra interessante essa! Dá pra fazer mágica! “Aqui tem uma pedra...”.*

Entretanto, essa oportunidade não é aproveitada por todos os sujeitos, que descartam suas hipóteses anteriores, mas algumas vezes não conseguem a substituir por uma alternativa ou criam alguma justificação *ad-hoc*:

*E: E porque surgiu o gás, agora?*



*FAB (12,6): Porque as pedras eram tão pequenas que derreteram e ficaram em gás, tornou-se outra vez a matéria primeira.*

*E: Então, antes o gás tinha voltado para dentro das pedras?*

*FAB: Não. Era a pedra que estourou mas não ficou em gás ainda.*

*E: Ah, ainda agora continua esse processo?*

*FAB: Uh-hum.*

*E: E o que vai acontecer com o gás agora?*

*FAB: A mesma coisa do que antes, vai transformar com o oxigênio.*

*E: E vai sair pra fora?*

*FAB: Pois!*

*E: Esse gás não é da mesma substância das pedrinhas que surgem em volta do vidro?*

*FAB: Não.*

*E: E porque surge essa cor violeta?*

*NJI (24): Ah, assim já não sei... Destruíste minha teoria toda [risos]. Mas o violeta parece um gás...*

*E: Porque tu acha que parece um gás?*

*NJI: Porque quando..., quando tu faz assim [O sujeito simula com a mão um movimento de inclinação do tubo], tem tendência a sair.*

### Categoria III

O material é considerado composto por duas ou mais substâncias. Uma é sólida, de cor acizentada, e a outra fluída, de cor violeta. Essas substâncias podem estar agrupadas uma ao lado da outra, ou encaixotadas, como na categoria anterior. Ao aquecer o material, ocorre a separação dos constituintes. O fluído escapa, carregando os fragmentos sólidos para cima e os depositando nas paredes do tubo. Quando o tubo é resfriado, após ser retirada a chama, o fluído e a material sólida voltam a ser unidos.

Essa categoria é semelhante a anterior. As referências dos sujeitos às características do material inicial, às previsões das transformações que possam ocorrer quando ele for posto à chama e as justificativas para o surgimento da cor violeta e das limalhas junto à parte superior do tubo de ensaio são similares às declarações vistas anteriormente:

*E: E de onde surge essa cor?*

*CAM (18): Pois não sei. Imagino que seja uma cor que já estava na pedra, mas que não se via quando ela está dura.*

*[...]*

*E: E esse gás surge de onde?*

*CAM: De... Pois, não sei se uma parte da substância se torna gás e outra parte forma os cristais. Igual acontece com a cor.*

*E: E essa cor roxa, surge da onde?*

*VOL (26): Deve surgir da..., da oxidação. Como tá queimando... Mas o negócio não tá virando líquido. Tá ficando... Tá virando gás, então.*

*[...]*

*E: Esse gás roxo é da mesma substância daquelas pedrinhas que, inicialmente, eu te mostrei?*

*VOL: Eu acho que ela deve ser da mesma substância, mas um pouco mudada, por causa do fogo.*

*[...]*

*E: E como as pedrinhas vieram parar aqui no vidro?*

*VOL: Só Deus sabe, meu filho. [risos]. Sinceramente, talvez, ela subiu com o gás.*

*ROB (36): Olha... Realmente, eu não tenho... Quer dizer, vai depender, absolutamente, de que tipo de mineral que é, né. Porque se for, alguma coisa que, aqui não é uma chama muito forte. Então a gente não tá, nem de longe, falando de ponto de fusão de certos minerais, né. Mas tem outros minerais que são muito sensíveis a..., eu não saberia te dizer agora, mas são sensíveis ao calor. Possivelmente, deve se tratar de algum mineral assim, porque senão a gente [risos], não aconteceria simplesmente nada. E, provavelmente, eu espero que vá alguma coisa vai se fundir aí ou vai liberar algum gás, algum tipo de coisa.*

*E: Porque liberaria algum gás?*

*ROB: O calor faria com que as ligações químicas, seriam fracas, se dissociassem e ele então liberaria um dos componentes do mineral seria um gás. E ele então, seria um gás simples ou composto, mas ele... E outra coisa, também, é que ele deve ter alguma forma visível, né, porque senão a gente não veria, ou então veria simplesmente a pedra sumir, né. Então ele deve fazer algum tipo de, algum tipo de fumaça, ou alguma coisa assim, para a gente ver. Porque senão for isso, a pedra..., e se for o que eu tô pensando, a pedra ou vai fundir, ou vai sumir. Se fundir, ela vai virar líquida, mas eu acho muito pouco provável.*

*[...]*

*Mas houve uma transformação, aí, qualquer. Acho que não é o mesmo processo do outro [o experimento com o éter], porque houve algum processo que não..., que a temperatura simplesmente não reverteu.*

*E: E qual processo?*

*ROB: Eu não sei, algum processo de desagregação molecular, aí, né. Que transformou o mineral em dois outros componentes, quer dizer, um que, provavelmente, que explica essa cor violeta, não, que deve ser um gás. Talvez isso aqui, até...*

*[...]*

*Engraçado que o gás permanece no fundo, ele deve ser um gás mais denso que o ar.*

A maior diferença reside no que os sujeitos imaginam que acontece quando a cor se esvaece. Eles atribuem que a matéria colorida volta a se unir, de alguma forma, com o material sólido que se encontra no tubo de ensaio, mais próximo do bocal. A separação e a reunião teriam influência da temperatura, ou melhor, como manifestam, do calor. Vejam-se alguns exemplos, desde aqueles de hipóteses inseguras aos mais afirmativos:

*E: Tu nota essa cor subindo, saindo do tubo?*

*CAM (18): Uhm... Não sei se é porque se mistura com o ar e fica menos... Porque a cor não pode desaparecer assim, não. Não sei o que*

*acontece, mas está desaparecendo, isso sim.*

*E: E tu acredita, então, que se está misturando com o ar?*

*CAM: Pode estar fazendo uma mistura com o ar, pode estar voltando para a substância essa [os cristais].*

*E: Volta-se a substância! Ela poderia estar atraindo a cor?*

*CAM: Não sei, porque me parece que daqui [a cor] não passa dessa substância [os cristais]. Parece que não sai para fora, mas não estou nada segura...*

*E: Tu nota alguma coisa acontecendo com a cor?*

*VOL (26): Ela tá desaparecendo e aqui tá ficando bem escuro. Talvez porque ela tá esfriando, de volta.*

*E: Ela tá esfriando de volta e...*

*VOL: Então, ela tá se endurecendo, só que eu acho que separou, então, as duas matérias.*

*ROB (36): [...] Agora ele tá mudando de cor. Engraçado!*

*E: Como assim tá mudando de cor?*

*ROB: Ele tá desaparecendo. Tá perdendo a coloração. Agora ele tá perdendo a coloração e esse [os cristais na parede do tubo] tá aumentando. Esse tá aumentando... Realmente, estranhíssimo!*

*E: E como é que esse tá aumentando?*

*ROB: Olha, rapaz... A primeira coisa que me vem na cabeça, quando você me perguntou: “porque esse tá aumentando?”, é que de alguma maneira... A primeira coisa que me ocorreu é que esse mineral aqui teria absorvendo o gás, de novo, reagindo com o gás, de novo. Provavelmente isso.*

*E: E como seria essa reação de absorção do metal, pelo gás?*

*ROB: Realmente, eu teria que lembrar meus conhecimentos de química, que já se vão longe. Mas deve ser algum tipo de reação, semelhante a da ferrugem, por exemplo, né. Você pega o ferro, quando ele entra em contato com o oxigênio, ele oxida, né. Algum tipo de... Eu não sei se seria próprio dizer oxidação, mas, enfim,*

*alguma reação de metal com o gás. Como é, por exemplo, o ferro com... Eu acho que, simplesmente, o gás reagiu, de novo. Provavelmente, eu não saberia te dizer, mas, provavelmente, restituiu a mesma substância de antes. Não tenho certeza, mas me dá a impressão de que essa é a mesma substância, depois de absorver o gás. Mesma substância inicial.*

Dessa forma, é de se esperar que os sujeitos enquadrados nessa categoria manifestem, também, idéias de conservação de quantidade de matéria:

*ROB (36): Bom, para eu te responder, não poderia ser de outra maneira a não ser com certos pressupostos. Ela teria se, teria a mesma quantidade se: nada se perdeu aqui, quer dizer, não evaporou pela boca do tubo, não me deu a impressão do gás violeta ter se evaporado, porque ele era mais denso que o ar, então ele permaneceu no fundo, não se dispersou; mas a gente tem que sempre imaginar que pode ter havido a liberação de um outro gás, de um outro gás, não visível, menos denso do que o ar, que se evaporou. A resposta seria: seria a mesma quantidade, se nada tivesse perdido. Mas não é óbvio que não tenha se perdido alguma coisa pela boca do tubo.*

Além disso, também, confirmam o reaparecimento da cor quando as limalhas forem submetidas ao aquecimento:

*E: E vai haver cor?*

*CAM (18): Sim.*

*E: Por quê?*

*CAM: Pois... Pois, eu imagino que sim, não sei. Porque, se a cor foi, de verdade, à substância essa [os cristais], está fixada. Mas se a cor saiu afora e, não ficou cor aqui, não haverá cor. Não sei...*

*ROB (36): Provavelmente, o processo vai se repetir, se não houve a perda, por exemplo, uma transformação com perda de elementos. Então vamos supor, se tiver, na hipótese contrária a anterior, se alguma*

*coisa se perdeu e que não foi detectado que a... A vista de olhos, a olhos vistos, né, quer dizer, se alguma coisa se perdeu, provavelmente, o processo não vai se repetir. Quer dizer, ou pode se repetir de uma maneira diferente, porque na ausência do elemento que se perdeu, o processo não é mais o mesmo. Mas se não se perdeu nada, como aparentemente não se perdeu, o processo vai se repetir.*

Nessa categoria, entretanto, o reaparecimento da cor não deveria causar instabilidade na hipótese explicativa utilizada pelos sujeitos. O reaparecimento da cor é condizente com a hipótese seguida pelos sujeitos. Porém, houve casos de trocas de hipóteses:

*E: As pedrinhas que estão grudadas na parede do tubo eram da mesma matéria daquelas que eu tinha te mostrado na ponta do canivete?*

*ROB (36): Olha, aparentemente, sim. Aparentemente, sim. Agora, aquilo me parecia ser, então, alguma coisa de um cristal, alguma coisa assim. Porque, agora, elas ficam de uma forma dispersa. Agora, na verdade, não é um... Na verdade, isso aí, eu tô complicando demais, isso aí deve ser um processo de sublimação, simplesmente. Alguma matéria sólida que não passa para o estado líquido. Simplesmente passa do estado sólido para o gasoso e vice-versa. Eu acho que é muito mais simples do que eu pensei.*

*E: Dentro desse processo de sublimação, a cor violeta, o gás de cor violeta seria da mesma matéria desse sólido?*

*ROB: Seria exatamente da mesma matéria. Apenas, o estado, o estado é que dá uma aparência diferente. O estado da matéria é que dá uma aparência diferente.*

#### Categoria IV

O material inicial é considerado simples ou composto. Quando levado à chama, o material reage com o calor, resultando no fluído de cor violeta e, posteriormente, nas limalhas que surgem na parte superior do tubo.

Algumas vezes há dificuldade de explicar o surgimento das limalhas, então as justificativas dadas se enquadram em uma das duas categorias anteriores.

O aspecto do material parece similar a materiais conhecidos:

*DID (16): Chumbo, não é?*

A previsão do comportamento do material frente ao aquecimento à chama é feita em relação a esquemas anteriores, mesmo que carregados de confusões conceituais, ou obstáculos epistemológicos, como o calor tomado como substância, o substancialismo:

*E: Eu vou pô-las [as pedrinhas de iodo] dentro de um tubo de ensaio e vou levar à chama, vou pôr no fogo, o que tu acha que vai acontecer?*

*SAR (12): Vai desaparecer.*

*E: Desaparecer de que forma?*

*SAR: Um líquido.*

*E: Um líquido?*

*SAR: Vai fundir.*

*DID (16): Uhm... Depende o que é... Se é uma substância capaz de pegar fogo, vai inflamar. Se é uma substância incapaz de reagir, que não inflama, vai derreter.*

*E: Tu falou em reagir. Como que poderia reagir essa substância?*

*DID: Com a fonte de calor.*

Nesse caso, o aparecimento da cor sugere a confirmação da hipótese formulada, ou adotada, pelo sujeito:

*SAR (12): Fez líquido. Estou a ver um líquido, fez uma outra cor.*

*E: Que cor que te parece isso?*

*SAR: Roxo.*

*E: Da onde sai essa cor roxa?*

*SAR: Da pedra.*

*E: Tava dentro da pedra a cor?*

*SAR: Creio. O fogo.*

*E: O fogo fez a cor sair de dentro da pedra?*

- SAR: *Queimou a coisa e fez essa cor.*  
[...]
- E: *Essa cor é da mesma substância, da mesma matéria, daquelas pedrinhas que tu tinha visto antes?*
- SAR: *Não.*
- E: *Aquelas pedrinhas se transformaram nessa cor?*
- SAR: *Uh-hum*
- 
- DID (16): *Ah! Tá encarnado, roxo.*
- E: *O que é essa cor?*
- DID: *É uma reação.*
- E: *Uma reação com que?*
- DID: *Com o calor.*
- E: *Da onde surge essa cor?*
- DID: *Da substância que estava dentro do tubo.*
- E: *Essa cor fazia parte da substância antes?*
- DID: *Não.*
- E: *E porque surgiu essa cor violeta?*
- DID: *Penso que é uma reação, que faz que... Penso que, a substância, quando é... Tá, quando tá... Que aqui, transformou-se em líquido, né.*
- 
- E: *Da onde surge essa cor púrpura?*
- RAQ (21): *Suponho que seja da reação das pedras com o calor.*
- E: *Como seria essa reação?*
- RAQ: *Como seria? É..., pelo aquecimento das pedras que vão, vão atrás... Os componentes químicos que têm e vai formar... E vai se transformar noutra substância.*
- E: *Que outra substância se transformaria? Como é que ia acontecer essa transformação de substância pelo calor?*
- RAQ: *Como é que...?*
- E: *Como é que aconteceria a transformação de substância pelo calor?*



RAQ: *Como é que aconteceria...? Não estou a perceber a pergunta.*  
[Risos]. *Ah, desculpa.*

O comportamento fluído da cor, novamente, provoca dificuldades para a interpretação do estado da matéria:

E: *É líquido?*

DID(16): *Não, não. Transformou-se em... Evaporou-se? Não. Não sei como explicar.*

E: *Porque tu pensa que evaporou?*

DID: *Hã... A substância não se evaporou. Acho que se transformou em cor.*

E: *E a cor é líquida?*

DID: *Não.*

E: *O que é essa cor?*

DID: *É... Uma... No tubo.*

E: *Essa cor tem peso?*

DID: *Tem peso? Acho que sim.*

O aparecimento de um material sólido, na parte de cima do tubo, sugere um deslocamento do material inicial provocado pelo fogo ou pelo calor:

E: *E isso que tem aqui no tubo é o que?*

SAR (12): *É uma coisa dessas, dessa pedra.*

E: *E da mesma pedra que tinha antes?*

SAR: *Da mesma cor, sim.*

E: *Da mesma cor. E isso aqui que tem, é da mesma substância, da mesma matéria que tinha antes?*

SAR: *É.*

E: *E como é que isso apareceu aqui em cima?*

SAR: *Não sei... Ah, o fogo. O fogo queimou justo.*  
[...]

SAR: *Agora a cor desapareceu...*

E: *O que aconteceu com a cor? Porque tu acha que ela desapareceu?*

SAR: *Virou em preto.*

E: *Ela se transformou em preto?*

SAR: *Acho que sim.*

E: *E porque ela se transformou?*

SAR: *Com o fogo. A vela.*

Dessa forma, há conservação de quantidade de matéria nessa categoria:

E: *Se eu raspasse tudo isso que tá em volta do tubo, teria a mesma quantidade daquilo que eu te mostrei na ponta da colher?*

SAR (12): *Sim.*

E: *Por quê?*

SAR: *Porque... Ah, não sei... Não.*

E: *O que tu acha que vai acontecer quando eu aquecer, de novo, o tubo na vela?*

SAR: *Vai sair em grupo.*

E: *Vai se juntar de novo?*

SAR: *Uh-hum.*

E: *E vai sair cor?*

SAR: *Sim, o roxo.*

E: *Porque tu acha que vai sair a cor roxa, de novo?*

SAR: *Porque... Quando estava na chama, estava roxa. Depois está frio, a cor se foi.*

E: *A cor roxa e esse preto são a mesma coisa, só mudam em função do calor e do frio?*

SAR: *Sim.*

E: *Essas pedrinhas que estão na borda do tubo, elas são...*

RAQ (21): *Elas são parecidas com a pedra original.*

E: *Se eu conseguisse raspar todas as pedrinhas e reunisse, elas teriam a mesma quantidade daquela pedra inicial?*

RAQ: *Sim, acho que sim.*

E: *E se eu aquecer essas pedrinhas que estão na parede do tubo, o que tu acha que vai acontecer?*

RAQ: *Vai acontecer, outra vez, a mesma coisa.*

As perguntas de sugestão e contra-sugestão são utilizadas para a reformulação da hipótese sobre as transformações do material:

*E: Uma criança que eu entrevistei me disse que quando eu aquecia essas pedras, elas abriam e saía o gás violeta. E quando elas abriam, como se tipo, elas explodissem, essas partes metálicas, que ficariam em volta desse gás violeta – o gás estaria dentro das pedrinhas – viriam aqui pra cima. Tu acha que pode ser isso?*

*DID(16): Uhm... É, na teoria, poderia ser isso.*

*E: Ou tu explicaria de outra forma porque essas pedrinhas apareceram aqui em cima?*

*DID: Acho que a teoria é boa. Pois que, é por isso que ficaram aqui em cima. Pois explodiram. Pra mim, tá bom.*

*E: Uma outra criança que eu entrevistei, também, me disse que quando eu aquecia essas pedras, elas viravam um gás violeta e que, depois, quando esse gás vinha mais pra cima do tubo, como o tubo tava resfriado, elas viravam essas pedras, de novo. O que tu pensa dessa teoria?*

*DID: Não. Pra mim... Quer dizer, que as pedras transformavam-se em gás e, depois, como o tubo era... Ok! Pra mim a segunda é mais próxima da realidade que a primeira.*

*E: A primeira é mais próxima que a segunda?*

*DID: Não, a segunda é mais próxima que a primeira.*

*E: Porque tu acha que a segunda é mais próxima?*

*DID: Penso que... Porque? Como vou explicar [risos]. Não sei, não sei como explicar. Mas pra mim, a substância tinha... Forma-se como a água, vapor, e... Depois, quando o tubo tava mais frio, virava a substância..., dura, como eram aquelas pedrinhas. Acho que era isso.*

*E: Se eu aquecer, agora, essas pedrinhas que estão em volta do tubo, o que tu acha que vai acontecer?*

*DID: Outra vez, a cor violeta.*

*E: E depois?*

*DID: E depois, quando... Depois vai vir outra vez a pedra.*

Categoria V

O material inicial é considerado simples ou composto. Quando aquecido, ocorre alguma reação com o ar ou com o oxigênio, resultando no fluído de cor violeta e, posteriormente, nas limalhas que surgem na parte superior do tubo. O fluído violeta escapa do tubo com o passar do tempo ou quando o mesmo é retirado da chama. Há dificuldades de explicar a reversibilidade do fenômeno, por ocasião do reaquecimento.

O material inicial já é percebido de acordo com esse esquema:

*E: Tu podes me descrever um pouco essa matéria?*

*LAR (22): Pois, é uma substância, suponho, que seja, eu creio... Não sei se é um composto químico. Provavelmente, não sei, de tipo metálico, ou algo assim.*

*CAR (27): Isso me parece alguma substância metálica, algum óxido de substância metálica, alguma...*

*[...]*

*E: Parece alguma outra substância que tu já conheça?*

*CAR: Parece iodo, por exemplo. Agora eu não saberia...*

*E: Porque tu acha é o iodo, por exemplo?*

*CAR: Ah, suposição de... Eu fui... Eu tenho uma formação anterior de química. Eu fiz química, não a nível universitário, mas a nível técnico. Eu estudei em escola técnica federal. Quer dizer, a gente vivia com esses balões, tubos de ensaio, balões de condensação...*

A previsão sobre o que aconteceria com o material inicial, também, leva em consideração essa experiência anterior:

*E: O que tu pensa que vai acontecer quando eu colocar isso dentro do tubo e levar ao fogo?*

*LAR (22): Não sei. Poderia produzir uma mudança de estado, mas suponho que o processo pode ser... Não sei qual é o material, mas pode haver uma mudança de cor ou de... Poderia haver, sim, uma mudança de cor.*

*E: Porque tu crê que há tantas possibilidades no que possa acontecer?*

*LAR: Uhm... Não sei. Eu suponho que o que fez eu pensar em casos similares, em experiências com outros tipos de materiais e com coisas que podem acontecer. Mas, não sei, ainda.*

O fluído é interpretado como um gás:

*E: Essa cor é o que? É um líquido?*

*LAR (22): Não, eu creio que é um sólido. Não sei.*

*E: [O experimentador tira o tubo do fogo e leva-o em direção ao sujeito. Inclina-o e deixa o gás escorrer pelo tubo]. Te parece alguma coisa essa cor?*

*LAR: Pois, um gás? Ah, é um gás.*

*E: Porque tu pensa que é um gás?*

*LAR: Porque... Bom, é um fluído, em princípio, não, creio. E creio que é um gás, porque... Não sei, o que me leva a pensar como um... Só pode ser um gás! Bom, porque..., ou seja, a característica dos líquidos é que tem um volume constante e esse gás se expande..., sim, quando se aquece, ele se expande e... Logo, sim... Tem uma densidade que, em princípio, parece similar ao do ar, ou algo assim, porque quando [faz um movimento com a mão que sujere a inclinação que o experimentador empregou ao tubo]... E, por isso, creio que é um gás.*

Na categoria anterior, o material inicial reagiria com o calor, ou com o fogo, o que enfatizaria a compreensão substancialista do calor. Nesta categoria, o material inicial reage com o ar, ou com o oxigênio. Os produtos dessa reação seriam de cor violeta e o sólido que se vê na parte superior do tubo de ensaio:

*E: Esse gás, ele é da mesma substância daquele pó que eu havia lhe mostrado no princípio?*

*LAR (22): Não, pode ser que não. Claramente com o calor, reagiu com o ar, creio que tenha se transformado em outra substância.*

*E: E o que são essas coisas que aparecem nas paredes do tubo?*

*LAR: Pois, provavelmente, pela reação que se produziu, o resultado não seja uma só substância, mas várias. Uma seria gás violeta e outra*

*essas partículas metálicas, ou que tem um brilho metálico.*

*E: E como elas surgiram aí?*

*LAR: E... É que, não sei. É como se... Não sei, como se subiu? Não tenho nenhuma idéia como veio parar aí. Até mesmo pela..., não sei como se diz, pela energia que subiu até aí em cima, empurrada.*

*E: E da onde surge essa cor?*

*CAR (27): Essa cor surge da reação que acon..., da reação?!? Ou de uma propriedade que a substância tem, que quando aquecida, ela se divide, ela se separa e surge uma substância que detém essa propriedade. Ou, mesmo, ou quer dizer, a gente pra falar concretamente, bem precisamente, seria preciso saber se essa substância, ela tá sofrendo uma reação química, quer dizer, ao momento que você dá uma energia, existem compostos que reagem quimicamente, quer dizer, se transformam quimicamente.*

*E: E reagiria quimicamente com que?*

*CAR: Quer dizer..., hã?*

*E: Com que ela reagiria quimicamente?*

*CAR: Ela reage com..., ou com o próprio vidro, que aí não deve ser o caso, pois tem substâncias que atacam o vidro, ou ela se decomporia em duas substâncias ou mais, e essas substâncias, por sua parte, possuem essas propriedades. Por exemplo, antes a gente tinha um composto, que a gente poderia dizer, um composto que não é um composto simples, é um composto que tem vários... Agora dá pra ver bem. Isso é um composto de um metal, em que você tinha, possivelmente, o..., se chama limalha, né. Essas limalhas que se depositam no vidro, ela conseguiu ser transportadas até aqui em cima, quer dizer...*

*E: E como elas foram transportadas? [O experimentador tira o tubo da chama e o leva para próximo do sujeito].*

*CAR: Como? Você tem, ao início, uma substância que está depositada no fundo. Essa substância, ela, estou supondo, uma suposição de*

*químico, né, ela se decompôs, a parte mais pesada dela, foi carregada, mesmo, porque você tem esses processos de... Como a gente faz aeração ou um processo em que você... Uma substância que consegue transpor, você vê que ela não vai até a ponta, mas ela consegue... É... Suspende. É uma força mecânica criada a partir de uma diferença de pressão. Quer dizer, a pressão dentro do recipiente é tal, que permite a..., que essa pressão se mantenha e que au bout do momento... A partir de um determinado momento, a parte sólida dessa substância que se decompôs, ou seja, um metal ou uma... Eu suponho que seja alguma matéria que a de vir de uma liga metálica, ou composto de um metal, e que a partir de um determinado momento, ela começou a ser transportada pelo outro composto, que eu suponho, que seja um óxido, que foi criado lá. Quer dizer, a partir do momento em que a gente dá energia, através do calor...*

*E: O gás ajudaria a levantar...?*

*CAR: O gás, com certeza, cria... Não é... O gás é o meio de transporte, mas é a pressão que esse gás tá submetido e como aqui em cima tá aberto, quer dizer, essa pressão, ela não fica contida, ela tem uma..., ela forma um sentido de evasão dessa pressão. Como a gente... Que aconteceu agora? A gente tem... Ele, quando, tava lá [na chama], ele tava bem vinho, ele tá começando a ficar mais claro.*

*[...]*

*E: Isso que tá aqui, que aderiu na parede do tubo, tem as mesmas características daquilo que tava originalmente na ponta da colher?*

*CAR: Eu suponho que não. Não, totalmente. Porque não? Porque, quando você aquece, você pode... Eu tô supondo mesmo aí, a gente supõe, que houve uma separação de substância, uma separação de ordem química, ou, no caso, me pareceu que foi química. Porque? Porque apareceu uma propriedade..., na forma de gás, que fosse só uma substância pura lá, ela não produziria.*

*Quer dizer, ela iria, se fosse uma... Ou ela produziria, mas aí, iria sair todo, a gente supõe. Se você continuar o processo, ela iria partir todo... Eu suponho que tenha aí os mesmos átomos, agora, não todos os mesmos átomos. Por exemplo, existem átomos de oxigênio, átomos de hidrogênio ou átomos de algum, de alguma... Não-metal, metal. Hã... Esse composto inicial, que eu não sei qual é, ele se decompôs, ou ele se transformou, ou mesmo se compôs em outro, coisa que não caberia a mim, seria difícil para mim dizer se foi... Eu suponho uma decomposição, porque quando você, geralmente, mete sobre uma vela tal composto, ele vai se... Dando energia, geralmente, as substâncias, elas se..., geralmente, pois as exceções são muitas, até, mas eles vão se decompor em várias substâncias. Por exemplo, a gente sentiu que saiu gás dali...*

Nesta categoria, não haveria conservação da matéria:

*E: Se eu reunisse todos esses pequenos pedaços, que estão em volta do tubo, se eu os reunisse, teriam a mesma quantidade daquilo que inicialmente eu havia lhe mostrado?*

*LAR (22): É..., não. A mesma massa?*

*E: Sim.*

*LAR: Não, eu creio que não.*

*E: Porque tu crês que não?*

*LAR: Bom... É que, depende se o que eu disse antes estava bem, ou não. Mas, partindo de que se produziu uma reação química e se obteve várias substâncias, havia uma que era sólida e outra que era gasosa. Isso pode ser somente a gasosa... Então, a soma da gasosa com a sólida, ou seja, ou de todas as substâncias que se produziram com a reação química, a soma é que nos vai dar... Ah, não! Tento que por aí mais o ar, se supõe que reagiu com o ar, não sei. Uhm... Poderia ser, poderia ser que não. Eu creio que não, porque imagino que reagiu uma parte dos componentes químicos que tinham, dando a substância violeta, que eu não sei*



*onde está agora, mas que está aí, nessa combinação que foi dada...*

*E: E essa matéria que há aqui não é a mesma substância que tinha anteriormente?*

*LAR: Me perguntas ou me afirmas?*

*E: Não, eu te pergunto.*

*LAR: Bom, eu imagino que não.*

*E: E tu pensa que acontecerá alguma coisa se eu colocar isso no aquecimento?*

*LAR: Uhm... Não, eu creio que não. Bom..., eu creio que não.*

O aparecimento da cor, no reaquecimento, propicia um refinamento da hipótese, mas que ainda continua condicional:

*E: E agora porque surge a cor, novamente?*

*LAR (22): Tu destruíste toda a minha teoria! [Risos]. Uhm... Bom, seguindo como antes... Poderia ser que, realmente, a substância que ficou era exatamente a mesma que havia antes ou que somente uma..., algo que foi parte da substância que introduziu no princípio reagiu com o ar e parte da substância que não reagiu com o ar... Mas, não creio porque... Agora, sim. Tens uma boa quantidade, que não poderia aparecer, agora que...*

*E: Então, tu pensas que é a mesma substância?*

*LAR: Pois, não sei. Isso o que é?*

*E: Tu acreditas então que essas pedrinhas que surgem nas paredes do tubo não são a mesma matéria daquilo que eu tinha te mostrado originalmente?*

*CAR (27): Supor isso, seria dizer, eu tenho uma coisa ao depart, vou tentar explicitar isso que você tá me colocando... Seria supor que eu teria alguma coisa, no início, da qual eu sei que há uma pureza, entendeu? Eu suponho uma homogeneidade nessa substância e, evidentemente, se essa substância, através de uma..., de um aquecimento simples, ela se decompõe ou ela se..., ela entra em...,*

*ela se evapora totalmente, eu poderia dizer: é sim, tem uma substância só, ela pega o calor e ela vai embora.*

### Categoria VI

O material é entendido como uma substância simples que sofre processos de sublimação e cristalização, em um ciclo de transformações físicas.

Pode-se enquadrar nessa categoria sujeitos mais vacilantes, que dependem do desenrolar do diálogo e da experiência material para a reelaboração da hipótese. Parte-se da interpretação do esquema sobre as mudanças de estado da matéria:

*E: E porque surge essa cor violeta das pedrinhas?*

*KAT (26): Pode ser que com o calor, tá formando..., esquentou e transformou a molécula e...*

*E: Transformou a molécula em outra substância ou na mesma substância?*

*KAT: Não, na mesma substância, só que... Mudou até a cor, né, e ficou líquido como eu achava. E mudou a cor.*

*E: Tu pode me descrever o que tá acontecendo?*

*MAR (36): Opa! Tá se tornando azul, violeta, não? E... Ao mesmo tempo tá se...Ficando uns poros, formando uns poros na lateral.*

*E: Da onde surge essa cor violeta?*

*MAR: Do produto, né.*

*E: Como é que surge ela?*

*MAR: Pelo aquecimento da molécula.*

*E: O que o aquecimento faz com essas moléculas?*

*MAR: Ah, ele dilatam. Novamente, ele dilata as moléculas existentes dentro desse produto, né. O que vai, forçosamente, fazer com que elas se evaporem, né. Como a gente... Não, pensei que era...É, mas tem... Deve ter um vapor, pois efetivamente, até já em cima, já em cima tem material, né.*

*E: E essas coisinhas que tu reparou em volta do tubo de vidro o que são?*

*MAR: São partículas dessa própria... Dessa própria rocha, desse*

*próprio material. Que... Não sei se é devido ao calor, ele se encontram coladas na parede do... Evaporaram e se encontram do lado da parede onde não é muito... Não é muito frio... Onde ele, de repente, se encontrou mais no frio e foi e se encostou nessa parede, né.*

Volta a aparecer a dificuldade de interpretação da matéria fluída:

*E: Mas essa cor aqui é um líquido ou um sólido? Ou nenhum dos dois e uma outra coisa?*

*KAT (26): Eu acho que, agora, ela virou líquido.*

*E: Líquido? [O experimentador vira o tubo na diagonal, de tal forma que o gás escorre].*

*KAT: Não [risos].*

*E: É um que, então?*

*KAT: É um... Não é líquido, mas ele tem... Porque antes, quando você tava esquentando, virou..., era mais líquido, né.*

*E: Te parece alguma coisa essa cor vinho? Parece alguma coisa, tu vê que ela escorre também... [O experimentador segue com os movimentos na diagonal].*

*KAT: Ah, é...*

*E: Mas é um líquido?*

*KAT: Não, parece que não...*

*[...]*

*E: Te parece um gás essa cor? Um gás colorido?*

*KAT: Uhm, não sei. Acho que não, não ia falar que era um gás. Tinha outra impressão do gás [risos].*

O esvaecer da cor, mais um vez, é um forte indicativo do entendimento das transformações por que passam os materiais:

*E: Porque tu acha que ela tá ficando mais clara?*

*KAT (26): Porque tá ficando mais frio.*

*E: Mais frio?*

*KAT: Uhm. O tubo tá ficando mais frio.*

- E: *E que tu acha que vai acontecer quando o tubo ficar frio?*
- KAT: *Acho que... Por exemplo, já lá tá fica..., se condensando.*
- E: *O que tá se condensando?*
- KAT: *Essas partes aí...*
- E: *Essas pedrinhas?*
- KAT: *Uh-hum.*
- E: *Mas tá se condensando e a cor tá sumindo?*
- KAT: *Tá sumindo, é.*
- E: *Existe alguma relação entre a cor ter sumido e as pedras estar se condensando, como tu falou?*
- KAT: *Uhm. Não.*
- E: *O que tá acontecendo com a cor?*
- MAR (36): *Tá se indo, né, a cor...*
- E: *Porque ela tá indo?*
- MAR: *Eu... Não tenho nenhuma idéia, não. Porque ela tá indo? Porque talvez ela não esteja mais num efeito de... Sobre o efeito do calor e a cor, hã, desaparece.... É um gás, né. Um gás. Esse gás tá desaparecendo por resfriamento, né.*
- E: *Como assim ele tá desaparecendo?*
- MAR: *Não sei aonde ele tá indo, mas... Se eu pudesse botar meu dedo aqui e ver se ele saísse por aqui, entendeu. Talvez, se... [O sujeito faz como se botasse o dedo na saída do tubo]. Se quando você esquentou, eu tivesse botado meu dedo em cima, eu tivesse notado uma parte...*
- E: *Tu vê esse gás, que é colorido, mais em cima do tubo?*
- MAR: *Não.*
- E: *Antes tu via?*
- MAR: *Não. Só via aqui.*
- E: *Só via embaixo?*
- MAR: *Embaixo, né.*

O vacilo sobre as hipóteses surgem novamente quando ocorre o questionamento sobre a conservação da quantidade de matéria:

*E: Se reunisse essas pedrinhas, se eu raspasse todo o tubo e fizesse delas uma porção só, teria a mesma quantidade daquilo que tava...?*

*KAT (26): Não, acho que não.*

*E: Porque não teria a mesma quantidade?*

*KAT: Uhm..., não sei. Acho que... A mesma quantidade sim, mas não a mesma forma.*

*E: Mas a mesma quantidade, sim?*

*KAT: Acho que sim.*

*E: E se eu pegasse, por exemplo, e raspasse tudo o que tá encostado na parede, a quantidade dessas pedrinhas que teriam aqui, seria a mesma quantidade que tinha na ponta do canivete?*

*MAR (36): Uhm.... Já não creio. Porque houve um fenômeno que se passou, entendeu? Onde houve transformação em gás. Hã... E o material deve ter perdido, em parte, alguma coisa. Uma parte das características...*

*E: Perdeu pra onde?*

*MAR: Evaporação. Talvez, se eu levar em consideração esse fenômeno que ocorreu, eu poderia dizer, efetivamente, que o material já não é mais o mesmo, né. Que é a mesma coisa que um gás, um gás de carro. Se, por exemplo, eu utilizo a gasolina, ele vai funcionar, depois ele não é mais gasolina, tá em CO<sub>2</sub>, não é.*

No reaquecimento, a previsão e a constatação confirmam a hipótese seguida pelos sujeitos:

*E: E... Se eu aquecer, de novo, o tubo, que agora não tem mais o gás colorido, e aquece junto da parede do tubo onde tão as pedrinhas, o que tu acha que vai acontecer?*

*MAR (36): Deveria acontecer o mesmo fenômeno, quer dizer que o... Uma cor rosa ou roxa deveria aparecer.*

[...]

*E: Se esse material for outra coisa, quando eu aquecer vai liberar o gás violeta ainda?*

*MAR: Pois é... Agora, eu já fico, meio assim, me perguntando se sim ou não. Porque houve uma transformação antes, talvez não, talvez sim.*

*E: Vamos ver... [O experimentador volta a aquecer o tubo].*

*MAR: Sim. Então, tá.*

*E: É o mesmo material que antes?*

*MAR: É o mesmo material que antes.*

*E: Como é que aconteceu essa passagem, então? Essa transformação que aconteceu, da pedrinha que eu tinha antes até essa formação do gás violeta, essa união dos...*

*MAR: Novamente, eu acho que por dilatação das moléculas ou por... Como se diz? A pedrinha desapareceu e... Depois, se tornou, como se diz? Um gás em partículas menores, se dividindo... No espaço onde elas tão confinadas, que é esse tubo. Hã... Mas eu vi agora um fenômeno, que elas podem ser reaguntadas.*

Por fim, pode-se encontrar sujeitos que já partem da hipótese conceitualmente correta para interpretar o fenômeno com que se deparam:

*E: E da onde surgiu esse gás?*

*ALB (31): Surgiu daquele próprio material.*

*E: Como é que ele surgiu?*

*ALB: Acredito que uma reação química, não sei. Quando aquecido, ele passou por um certo processo que acabou virando isso.*

*E: Pode observar o que... Me dizer o que tem na parede do tubo?*

*ALB: Sim... Bem mais acima ele tá sólido, de novo.*

*E: Esse sólido é parecido com aquele que eu te mostrei na ponta do canivete?*

*ALB: É.*

*E: É a mesma coisa?*

*ALB: É a mesma coisa, só que bem esmigalhado, mas é a mesma coisa.*

- O sólido virou um gás.*
- E: E depois, o gás?*
- ALB: Virou um líquido e, depois bem aquecido, virou sólido novamente.*
- E: Porque tá mais em cima, na parede do tubo?*
- ALB: Porque é a parte mais em cima do tubo é a parte mais fria.*
- E: E o frio faz o que?*
- ALB: Que as coisas voltem, ao estado anterior.*
- [...]*
- E: A quantidade que tinha daquelas pedrinhas é a mesma quantidade que tem espalhada em volta do tubo?*
- ALB: Acredito que não, uma boa parte se perdeu no gás, que evaporou.*
- E: Essa cor que tá sumido é o gás que tá evaporando?*
- ALB: É.*

### 3.2) Estudos sobre a transformação química da matéria.

#### 3.2.1) Terceiro estudo: solubilidade e precipitação de sais inorgânicos.

##### Categoria I

São características dessa categoria:

- A indiferenciação em relação às propriedades das substâncias, mesmo após a realização das reações.
- Não há conservação da quantidade de matéria na mistura dos líquidos, seja na solubilidade dos líquidos, seja na precipitação do sal amarelo.
- A aceitação tanto das sugestões quanto das contra-sugestões feitas pelo entrevistador.

A indiferenciação sobre as características das substâncias se reflete, por exemplo, na confusão entre quantidade de matéria e as características perceptíveis:

*E: Esses líquidos que estão nas garrafas, eles te parecem iguais?*

*ROT (11,2): Não.*

*E: Eles te parecem diferentes?*

*ROT: Não parecem.*

*E: E tu achas que eles são iguais ou tu achas que eles são diferentes?*

*ROT: São diferentes.*

*E: Por que tu achas que eles são diferentes?*

*ROT: Porque a quantidade não é a mesma.*

A indiferenciação sobre o comportamento das substâncias, sobre a conservação de quantidade de matéria e a aceitação de sugestões e contra-sugestões é evidenciada na dissolução das soluções A e B e na reação de precipitação quando ocorre a adição de C em D.

*E: O que tu achas que vai acontecer quando eu colocar os dois [A e B] em contato?*

*ROT (11,2): Vai acontecer nada.*

*E: Consegue enxergar alguma coisa? O que é isso que tu consegue ver?*

*ROT: [Silêncio].*

*E: Tu já viu alguma coisa parecida?*

*ROT: [Silêncio].*

*E: Tu já viu uma calda de açúcar se misturando com água?*

*ROT: Não.*

*E: Ou um adoçante, sabe adoçante se misturando, parece isso que tu viu?*

*ROT: Uh-hum.*

*E: E por que tu acha que tu conseguiu enxergar isso?*

*ROT: Porque tu misturou os dois?*

*E: Agora dentro desse copinho o que eu tenho?*

*ROT: A e B.*

*E: É uma mistura de A e B ou essas duas substâncias A e B se juntaram de alguma forma ou se modificaram e tem uma substância nova diferente?*

*ROT: Substância nova.*

*E: É uma substância nova ou é uma mistura de A e B?*

*ROT: É uma mistura de A e B.*

*E: É uma mistura de A e B como se eu tivesse, por exemplo, misturado água e álcool ou água e adoçante?*

*ROT: Água e adoçante.*



- E: É como se eu tivesse uma mistura de uma água e de um adoçante, mas com bastante adoçante?*
- ROT: Ah-ham.*
- E: Quando eu largar aqui o lacre, tu achas que o peso vai ser o mesmo peso que estava antes ou vai modificar o peso?*
- ROT: Eu acho que vai ser o mesmo peso.*
- E: Por que tu achas que vai ser o mesmo peso?*
- ROT: Porque tu misturou A com B.*
- [...]*
- E: Então vou deixar esses dois de lado e pegar esses dois agora aqui, vou ter C e D. Tu achas que vai acontecer alguma coisa como aconteceu aqui ou não vai acontecer nenhuma coisa diferente?*
- ROT: Mesma coisa.*
- E: Por que tu achas que vai ser a mesma coisa?*
- ROT: Não tenho idéia.*
- E: [Após proceder com a adição] Foi diferente?*
- ROT: Sim.*
- E: E o que aconteceu de diferente agora?*
- ROT: Ficou amarelo.*
- E: E por que ficou amarelo?*
- ROT: Porque tu misturou C no D.*
- E: Esse amarelo ele surgiu da onde? Ele tava dentro, escondido dentro dum desses líquidos?*
- ROT: Escondido.*
- E: Ou tu achas que C e D quando se juntam formam uma substância nova que é amarela?*
- ROT: C e D quando se juntam formam uma substância nova.*
- E: Aqui dentro desse copinho o que eu tenho agora então?*
- ROT: A mistura de C e D.*
- E: Esse amarelo é o quê? Ele é um sólido, é um líquido?*
- ROT: Um líquido.*
- E: Tu notas alguma coisa embaixo do copinho? O que tu notas embaixo do copinho?*

- ROT: [Silêncio].
- E: *O que tu consegues ver ali embaixo do copinho?*
- ROT: *Um pó.*
- E: *Esse pózinho amarelo ele é a mesma coisa do líquido que tá ali?*
- ROT: *É diferente.*
- E: *Então quantas coisas têm dentro desse copinho agora?*
- ROT: *Duas.*
- E: *Quais são essas duas coisas que têm dentro do copinho?*
- ROT: *C e D.*
- E: *C e D eram transparentes, e agora?*
- ROT: *É um líquido.*
- E: *O mesmo líquido que eu tinha antes ou um outro líquido?*
- ROT: *Outro líquido.*
- E: *E esse pó?*
- ROT: *Sólido.*
- E: *Que saiu da onde esse sólido, se eu tinha dois líquidos antes?  
Tava dentro deles e eu não conseguia ver o sólido?*
- ROT: *Não sei.*
- E: *E como é que ele foi parar ali embaixo esse sólido?*
- ROT: *Desceu.*
- E: *Mas por que ele não ficou nadando em cima do líquido? Tu achas  
que o sólido é mais pesado que o líquido?*
- ROT: [Silêncio].
- E: *Quando eu largar ali tu achas que o peso, tu achas que ele vai ser  
mesmo peso ou vai modificar o peso?*
- ROT: *Vai modificar.*
- E: *Vai modificar pra mais ou pra menos?*
- ROT: *Pra mais.*
- E: *Por que tu achas que vai ser mais pesado?*
- ROT: *Porque tem tipo de um pó ali embaixo.*
- E: [Larga-se o lacre da balança] *O peso é o mesmo?*
- ROT: *Acho que sim.*
- E: *E por que tu achas que o peso é o mesmo?*

*ROT: Não sei.*

### Categoria II

São características dessa categoria:

- Quantidades diferentes dos líquidos causam diferentes efeitos.
- Misturas podem provocar o surgimento de substâncias novas.
- Um dos efeitos que poderia acontecer (antecipação) é a modificação de cor.
- A substância amarela que surge da adição de C e D é alguma coisa que já se encontrava escondida numa das duas soluções.
- Não se manifestam compreensões corpusculares.
- Não há conservação da quantidade de matéria na mistura dos líquidos, seja na solubilidade dos líquidos, seja na precipitação do sal amarelo.

A quantidade de líquido que é colocado em contato, um com o outro, causa efeitos diferentes, em natureza ou em efeito:

*E: Isso que aconteceria aqui, esse efeito, seria o mesmo efeito que aconteceria com todo o conteúdo da garrafa se eu colocar junto?*

*ROD (13): Não.*

*E: Esse efeito aqui seria maior? Ou seria diferente?*

*ROD: Diferente, mas...*

*E: Outro tipo de efeito?*

*ROD: É.*

Os sujeitos chegam a prever que dois líquidos incolores, quando postos em contato, poderiam gerar cor:

*E: O que por exemplo poderia acontecer?*

*ROD (13): Poderia transformar numa cor, né, poderia...*

*E: Mudar a cor?*

*ROD: É, mudar a cor.*

O efeito de solubilidade dos líquidos é descrito de diversas formas:

*LUC (15): É diferente a água.*

*E: Como assim?*

*LUC: [Silêncio].*

- E: O que tu nota? Quando eu colocava as duas substâncias em contato o que tu notava acontecendo?*
- LUC: Saia tipo uma fumacinha, né.*
- E: Alguma coisa que ficava tipo uma nuvenzinha?*
- LUC: É, uma nuvenzinha assim.*
- E: E por que isso acontecia?*
- LUC: É diferente.*
- E: Os líquidos são diferentes?*
- LUC: São diferentes. Mmm... Hum!*
- E: E agora, antes eu tinha A e B dentro dos copos, né, quando eu coloquei os dois em contato o que eu tenho ali?*
- LUC: Agora tu tem AB.*
- E: Eu tenho uma mistura de A e B?*
- LUC: É, pra mim, ficou tudo misturado agora. Tá tudo dentro do copinho.*
- E: Tu acha que o A tá em cima e o B tá embaixo? O B tá em cima e o A tá embaixo?*
- LUC: Acho que tá tudo misturado, eu acho.*
- E: E o que tu estás vendo acontecer?*
- ROD (13): Parece um monte de negócio, parece gelatina ali, né?*  
[...]
- E: E por que apareceu aquela coisa que foi depois desaparecendo?*
- ROD: Uhm..., um contato com outra? Começou a se juntar os negocinhos ali dentro, né? Ahm..., tipo uma gelatina começou dissolvendo aí dentro.*  
[...]
- E: Antes eu tinha a e b, agora o que eu tenho dentro desse copo?*
- ROD: AB.*
- E: Esse A é o quê? É A em cima e B em baixo, ou B em baixo e A em cima... é A e B junto?*
- ROD: É.*
- E: Mas e A e B é uma substância nova que, é uma outra substância*

*que A e B junto, ou é uma mistura de A e B?*

*ROD: Uma mistura.*

*E: E como é que aconteceu essa mistura?*

*ROD: Juntando A com B.*

*E: Eu vou pegar esses dois líquidos [A e B] e vou derramar no mesmo copo. Tu acha que vai acontecer alguma coisa?*

*RAU (15): Acho que vai pesar mais.*

*E: Por que tu acha que vai pesar mais?*

*RAU: Ahm... Eu não sei explicar.*

*E: E tu acha que vai, por exemplo, quando eu misturar os dois vai dar pra ver acontecer alguma coisa, por exemplo, além de pesar mais vai mudar a aparência?*

*RAU: Vai.*

*E: Como é que tu acha que pode ficar a aparência deles quando eu juntar os dois?*

*RAU: Não sei se pode acontecer as bolinhas ou uma substância que agora não estando em contato não aparecem, mas quando misturar um com outro aparece.*

*E: [Colocam-se os líquidos em contato] Nota alguma coisa acontecendo?*

*RAU: Noto.*

*E: O que tá acontecendo?*

*RAU: Parece que tem... Sabe quando tu mistura o azeite na água? [...] Pois é, mas só quando tu coloca que dá pra ver. [...] Agora assim tu não percebe nada aí quando tu mexe aparece, ó! Parece um gel assim que tu coloca e fica aquela coisa na água. Mas só quando tu move se ele ficar parado não aparece nada.*

*E: O que eu tenho agora nesse copinho que estão os dois líquidos?*

*RAU: Eu não sei identificar.*

*E: Mas tu acha que eu tenho a mesma coisa que antes ou tenho outra coisa?*

*RAU: Não! Tem outra coisa.*

*E: E essa outra coisa ela tá parecida, mudou um pouco a característica, mudou...*

*RAU: Mudou, mudou. Até mesmo quando tava no outro eu conseguia enxergar. Que nem na água, assim, normal. Agora não, tu vê que tem alguma coisa embaçada, alguma coisa a mais.*

O aparecimento da substância amarela é visto como um produto da adição das duas substâncias, porém, de alguma forma, a substância amarela se encontrava em uma das duas soluções:

*E: Vou pegar C e D. Fazer a mesma coisa... O que tu acha que pode vir a acontecer?*

*LUC (15): Misturar de novo.*

*E: Uma coisa parecida com aquele ali [a mistura de A e B]?*

*LUC: É.*

*E: [Colocam-se os líquidos em contato] O que tu nota acontecendo?*

*LUC: [Risos] Ficou amarelo, né!*

*E: Ficou amarelo... Por que tu tá rindo?*

*LUC: Porque ele era branco.*

*E: E esse amarelo surge da onde?*

*LUC: Aí, é um líquido bem diferente do outro, né.*

*E: Como assim?*

*LUC: Ai, acho que eles são muito diferentes. Tipo, ali era igual...*

*E: Aqui [em A e B] eles era mais parecidos?*

*LUC: Ali era igual e ficou a mesma coisa, não mudou. Aqui já mudou a cor. Acho que é um novo, já, líquido que tem.*

*E: Aqui seria uma coisa nova?*

*LUC: É.*

*E: E aqui [A e B] é a mistura?*

*LUC: É, aqui é a mistura.*

*E: E essa cor amarela da onde é que ela surge? Ela tava escondida dentro de um dos dois líquidos de uma forma que eu não conseguisse ver?*

*LUC: Não. É uma mistura normal, tipo aqui parece que tá tudo igual,*

*né, transparente, normal. E quando tu misturou ali C com D ficou amarelo.*

*E: E por que surge essa cor amarela?*

*LUC: Formou alguma coisa ali, não sei. Água é certo que não é.*

*E: E essa cor amarela que tem aí ela é o quê? Ela um líquido, ela é um sólido?*

*LUC: É um líquido.*

*E: Consegue enxergar alguma coisa no fundo do copo ali? O que tu enxerga no fundo do copo?*

*LUC: Uns trocinhos que parece tipo um pózinho.*

*E: Mas antes eu tinha dois líquidos com é que pode ter surgido um sólido aí dentro?*

*LUC: [Silêncio].*

*E: Como é que esse pózinho amarelo foi parar ali embaixo?*

*LUC: De uma coisa dentro do outro.*

*E: Como assim “de uma dentro do outro”?*

*LUC: De repente tinha alguma coisa dentro daquela agüinha.*

*E: E o que seria esse coisa que poderia ter dentro da água que teria formado esse sólido?*

*LUC: Não sei o que é que é.*

*E: De novo, agora, eu vou fazer a mesma coisa vou pegar C e D e vou pôr eles em contato. Espera que aconteça alguma coisa?*

*LUS (15): É, pode ter a mesma coisa...*

*E: Espera que aconteça alguma coisa diferente?*

*LUS: Não.*

*E: [Colocam-se os líquidos em contato] O que tu notou acontecer?*

*LUS: Mudou de cor.*

*E: Essa cor que tu viu ela veio da onde?*

*LUS: Do C.*

*E: Por que tu acha que ela veio do C?*

*LUS: Por que ela veio? Pode ser água também?!*

*E: Essa é uma das perguntas que depois eu vou te fazer, o que tu*

*acha que é cada um desses líquidos?*

*LUS: [O sujeito dá de ombros].*

*E: Tu acha que, por exemplo, poderia ter uma coisa escondida dentro desses líquidos que se visse quando eu colocasse os dois em contato surgisse a cor?*

*LUS: Pode ser.*

*E: Essa cor tava no C ou ela tava no D? Ou não tava em nenhum dos dois?*

*LUS: Tava no C.*

*E: Por que tu não conseguia ver ela quando tava separado?*

*LUS: Porque ela se juntou com o D.*

*E: Então a cor só surge quando junta com o D?*

*LUS: É, quando tá os dois. Juntando com os dois dá pra ver amarelo.*

*E: E por que eu tenho dois líquidos incolores que juntando esses dois fica amarelo?*

*LUS: Por que juntando?*

*E: É, porque, por exemplo, o amarelo é uma cor que surge quando misturo outras duas cores, né. Agora como é que os dois líquidos incolores vão ficar amarelo?*

*LUS: [Silêncio] Que eu saiba... Eu não sei como é que... É por causa que eu só vejo quando se mistura duas cores. Um troço assim*

*E: Esse amarelo que tu vê, né, por exemplo, tu acha que é o que ele é um líquido? Ele é um sólido?*

*LUS: Líquido.*

*E: Um líquido?! E tu nota alguma coisa no fundo do copo?*

*LUS: Eh..., grudado?*

*E: É, alguma coisa grudada...*

*LUS: É sólido.*

*E: E como ele veio parar aí embaixo?*

*LUS: [Silêncio] É juntando os dois?!*

*E: Juntando os dois líquidos formou um sólido?*

*LUS: Formou sólido, vai ficar sólido agora.*

*E: Tudo vai ficar sólido?*



- LUS: *Pode ser.*
- E: *E esse sólido por que foi ali pra baixo?*
- LUS: *[O sujeito dá de ombros].*
- E: *Por que não ficou em cima do líquido?*
- LUS: *[O sujeito dá de ombros].*
- E: *O que tu achas que vai acontecer quando eu colocar os dois [C e D] em contato?*
- ROD (13): *Vai ter outro efeito. Vai ter um efeito, né?*  
*[...]*
- E: *Vamos ver...*
- ROD: *Uhh, legal! Mudou de cor.*
- E: *Por que mudou de cor?*
- ROD: *Não sei dessa parte aí, eu acho que é porque numa dessas garrafas aí tinha um material, um material de tinta, né, eu acho.*
- E: *Podia ter um material de tinta?*
- ROD: *É, que quando mistura com água já muda de cor.*
- E: *E essa cor amarela tava em um dos dois líquidos, então?*
- ROD: *Uh-hum.*
- E: *Já tinha dentro dela esse material de tinta?*
- ROD: *É. Quando foi com a água já virou uma cor ali.*
- E: *É como se eu tivesse, então, misturado os dois líquidos e surgisse essa cor?*
- ROD: *Uh-hum.*
- E: *Essa substância, esse amarelo que tá aqui é uma substância nova ou é a mistura de C + D?*
- ROD: *Ahhh, é uma substância de C + D.*
- E: *É uma mistura?*
- ROD: *É.*
- E: *Ou ela formou uma outra coisa?*
- ROD: *Formou uma outra coisa, né? Uhm..., formou um amarelo.*
- E: *Um amarelo. Mas esse amarelo é a mistura dos dois ou é uma substância nova, é uma outra coisa?*

- ROD: É a mistura dos dois.*
- E: A mistura dos dois? E esse amarelo que tu vê aqui ele é o quê? Ele é um líquido, é um sólido?*
- ROD: É um líquido.*  
*[...]*
- E: Como se fosse um sólido? Tá. E me diz uma coisa: eu misturei dois líquidos, da onde é que apareceu esse pózinho? Esse sólido?*
- ROD: De algum desses líquidos aí, né?*
- E: Tava dentro dele mas a gente não conseguia ver? Dentro de um desses líquidos e a gente não conseguia ver?*
- ROD: É.*
- E: Então eu tinha uma cor escondida dentro do líquido que a gente não conseguia ver e tinha um sólido dentro do líquido e não conseguia ver ele?*
- ROD: É.*
- E: Aí Quando eu misturei os dois líquidos consegui ver isso?*
- ROD: Uh-hum.*
- E: Um sujeito que eu entrevistei me disse que quando eu coloco esses dois líquidos em contato, né, ah, surge um produto novo, uma coisa nova diferente daquelas duas que eu tinha. É uma coisa completamente nova e completamente diferente do que eu tinha antes. O que tu achas do que ele me disse, tu achas que pode ser isso?*
- ROD: Eu acho que pode ser isso, né?*
- E: Mas aí tu achas que acontece qual das duas coisas: eu crio uma coisa nova ou...?*
- ROD: Uma coisa nova!*
- E: ...ou quando eu misturo os dois e faço surgir uma coisa que já estava dentro do líquido?*
- ROD: Quando eu misturo os dois vai criar uma coisa que já tava líquido, né?*
- E: De novo, eu vou pôr os dois [C e D] em contato. Tu acha que*

*quando eu colocar os dois em contato o que vai acontecer?*

*RAU (15): Esse daqui não tinha... Não! Não. Acho que vai acontecer a mesma coisa que aquele lá... Quando tu misturar vai aparecer uma evolução, uma concentração de..., do negócio que eu te falei que vai modificar, mas não sei se nessa vez modificaria o peso ou na outra*

*[...]*

*E: O que tu nota acontecendo?*

*RAU: Muita coisa. Até nesse parece que é uma coisa mais concentrada parecia uma água e a outra é uma mais concentrada que deu cor, que deu... Agora acho que até é por isso vai pesar mais.*

*E: Mudou a cor?*

*RAU: Mudou a cor, mudou... Não digo que mudou, ficou uma coisa mais cremosa, um amarelo.*

*E: Esse amarelo...*

*RAU: Aquilo ali seria um pigmento, alguma coisa que dá cor.*

*E: Qual dos dois que dá o pigmento que tu falou que dá cor? Eu tinha C e D, né, qual que tu acha que dá cor?*

*RAU: Ahm..., era o C.*

*E: Por que tu acha que é o C?*

*RAU: Não é por causa dos gases que soltou?*

*E: Ah, então tu acha que poderiam ser gases?*

*RAU: Ah-ham.*

*E: Mmm... Hum. Me diz uma coisa, essa substância amarela ela é um líquido? Ela é um sólido? É um gás?*

*RAU: Acho que ela é um... Tem uns farelinhos ali embaixo.*

*E: Tu nota alguma coisa no fundo do copo?*

*RAU: Noto um tipo de um pózinho.*

*E: E como esse pó veio parar aí embaixo?*

*RAU: Não sei. Então não seria um gás? Um gás seria algum outro tipo de substância.*

*E: Não sei. O que tu acha que é?*

*RAU: É, seria algum tipo de substância que juntando como líquido de D*

*formaria esse pó.*

*E: E esse pó foi parar aí embaixo como?*

*RAU: Com o peso do outro líquido... Mas ele não tá só embaixo, ele tá em cima também.*

*E: E se eu deixar ele paradinho ele vai descendo todo pra baixo ou não?*

*RAU: Não.*

*[...]*

*E: Essa cor amarela ela surgiu da onde já que eu tinha dois líquidos incolores?*

*RAU: Ah, a cor amarela eu não sei explicar. [Risos]. Isso daí é aqueles negócios, né, que eles botam pra produtos artificial, coisas assim ou não?*

Não há conservação da quantidade de matéria na mistura dos líquidos, seja (a) na solubilidade dos líquidos, seja (b) na precipitação do sal amarelo:

(a) na solubilidade dos líquidos:

*E: Se eu largar o lacre aqui tu achas que vai aumentar o peso, vai diminuir ou vai continuar a mesma coisa?*

*ROD (13): Vai aumentar. Porque tem mais Quantidade nesse lado do que naquele lá que já não tem mais nada, né?*

*E: U-hum, mas até se eu deixar o copo aqui em cima vai ficar o mesmo peso? Vai aumentar o peso?*

*ROD: É, eu acho.*

*[...]*

*E: Por que parece o mesmo peso?*

*ROD: Porque ficou, os dois negócios num copo só, ficou o mesmo peso, né? O copo que tá um pouquinho mais pesado ficou o mesmo peso do que tinha nesse daqui.*

*E: E se eu soltar o lacre ali [na mistura de A e B], se tu soltar o lacre da balança vai mudar o peso?*

*RAU (15): Vai.*

- E: Vai ficar maior ou menor o peso?*
- RAU: Vai pesar mais.*
- E: Por que vai pesar mais?*
- RAU: Porque vai formar uma substância nova.*
- E: Largue ali o lacre! Modificou o peso?*
- RAU: Não.*
- E: E agora, por que tu acha que não modificou o peso?*
- RAU: [Risos]. Agora é uma boa pergunta.*
- E: Não tem idéia?*
- RAU: Mmm... Mas era pra ter mudado. Até mesmo porque esse copo que tá vazio aqui tá...*

(b) na precipitação do sal amarelo:

- E: Um líquido. Tu notas alguma coisa no fundo ali do copo?*
- ROD (13): Noto cheio de negocinho amarelo assim.*
- E: E esse amarelinho que tu notas no fundo do copo parece o quê?*
- ROD: Parece um pózinho.*
- E: E como é que ele veio parar no fundo do copo?*
- ROD: Com, quando fez a mistura, né, os pózinhos começaram a ficar descendo assim, ficou descendo e tá assim, né?*
- E: Mas por que ele desce o pózinho?*
- ROD: Quê?*
- E: Por que ele não flutua, por que ele tá descendo?*
- ROD: O pózinho é mais pesado que o líquido, né?*
- E: Mais pesado que o líquido?*
- ROD: É. Como se fosse um sólido.*
- [...]
- E: Agora quando eu largar o lacre tu achas que vai ser o mesmo peso ou vai modificar o peso na balança?*
- ROD: Acho que vai modificar.*
- E: Por que tu achas que vai modificar?*
- ROD: Porque tem já o sólido aqui, né, com o mistura com o líquido eu acho que vai aumentar um pouco o peso.*

- E: Por que não mudou o peso?*
- ROD: Eu acho que porque a mistura, né, do líquido e do sólido, né, que acaba o sólido perdendo o peso.*
- E: Por que ele [o sólido, o pó amarelo] tá embaixo do líquido, por exemplo?*
- LUC (15): Porque ele desceu.*
- E: E por que ele desceu?*
- LUC: Tu derramou e ele desceu porque... [Silêncio].*
- E: Por que esse aqui é mais pesado?*
- LUC: É, eu acho.*
- E: Tu acha que o sólido é mais pesado que o líquido e ele ficou embaixo?*
- LUC: Eu acho.*
- E: E o que vai acontecer então quando eu largar o lacre da balança? O peso vai ser o mesmo ou vai modificar?*
- LUC: Acho que vai modificar agora.*
- E: Vai ficar mais pesado ou vai ficar mais leve?*
- LUC: Vai ficar mais pesado.*
- E: Por que tu acha que vai ficar mais pesado?*
- LUC: Por causa daquele sólido ali embaixo.*
- E: Vamos largar o lacre. Modificou o peso?*
- LUC: Não.*
- E: Por que tu acha que não modificou o peso?*
- LUC: Eu acho que nem pesa, é muito leve.*
- E: O sólido é muito leve e não pesa, mas ele tá embaixo do líquido.*
- LUC: É. Eu pensei que ia pesar e não pesou.*
- E: E se tu largar o lacre ele vai ficar o mesmo peso ou vai modificar o peso?*
- RAU (15): Vai modificar.*
- E: Vai aumentar ou vai diminuir?*
- RAU: Vai aumentar.*

- E: Por que tu acha que vai aumentar?*
- RAU: Porque eu acho que... Por causa do pózinho que tá ali tá fazendo pressão, coisa, eu acho que pode aumentar.*
- [...]*
- E: Larga o lacre ali pra mim, por favor. Mudou o peso?*
- RAU: Não mudou o peso também!*
- E: Por que tu acha que não mudou?*
- RAU: Porque eu ia perguntar porque eu não sei.*

### Categoria III

São características dessa categoria:

- Quantidades diferentes dos líquidos não causam diferentes efeitos.
- A substância amarela que surge da adição de C e D é alguma coisa que já se encontrava escondida numa das duas soluções.
- Surge uma tentativa de explicação para o fenômeno da solubilidade e da precipitação, apoiado em esquemas concretos, ainda que mediados pelo ensino. Onde não se manifestam compreensões corpusculares, porém há uma manifestação de transformação apoiada em idéias de geração biológica.
- Não há conservação da quantidade de matéria na mistura dos líquidos, seja na solubilidade dos líquidos, seja na precipitação do sal amarelo.

A quantidade de líquido que é colocado em contato, um com o outro, causa efeitos semelhantes:

- E: Como eu te falei, eu vou pôr esses líquidos, né, em contato uns com os outros. Daí, por exemplo, o que vai acontecer, né, quando eu colocar esses dois líquidos em contato, esses dois copinhos com essa quantidade de líquido? Seria a mesma coisa que aconteceria quando eu colocasse todo o conteúdo dessas garrafas em contato?*
- EUG (11): Acho que não.*
- E: Por que tu achas que não?*
- EUG: Porque pode ser, um pode ser álcool e o outro água.*
- E: Sim mas se esse aqui for álcool, aqui dentro eu tenho álcool também?*
- EUG: Pode ser.. sim. Sim, né.*

*E: Então, sim, e aqui seria água também, se aqui eu tenho água, aqui seria água. Se aqui eu tenho álcool, aqui seria álcool, como tu disse. Quando eu colocar esse álcool com essa água, né, colocar os dois juntos, o que acontecer aqui seria a mesma coisa que aconteceria aqui quando eu colocasse esses dois juntos?*

*EUG: Sim.*

*E: Seria a mesma coisa? Por que tu achas que seria a mesma coisa?*

*EUG: É claro, se aqui tem a mesma água que aqui e aqui tem o mesmo álcool que aqui e a gente unisse os dois ia dar na mesma que aqui, né.*

Surge uma tentativa de explicação para (a) o fenômeno da solubilidade e (b) da precipitação, apoiado em esquemas concretos, ainda que mediados pelo ensino:

(a) o fenômeno da solubilidade:

*E: Vou pegar esses dois líquidos, tá, dá uma olhada e me diz se tu ver alguma coisa acontecendo...*

*EUG (11): Um deles é óleo.*

*E: Qual que é óleo?*

*EUG: Esse aí é gasolina, o álcool. Esse é o álcool*

*E: Esse é álcool?*

*EUG: Uh-hum.*

*E: E esse outro o que seria?*

*EUG: Água.*

*E: Água? Então aqui no A eu teria o álcool que eu botaria, né, sobre o B que seria a água?*

*EUG: Uh-hum.*

*E: Por que tu achas que eu esse aqui é o álcool?*

*EUG: É que ali que as modificações..., começou a dar voltas, como bactérias que tivessem caminhando.*

*E: E agora, acontecem essas voltas que tu tava me dizendo?*

*EUG: Aqui em cima tem, aqui embaixo vai pra água e aqui em cima fica, fica que a densidade da água é maior, é menor do que esse, é maior.*



*E: Ah, então eles não se misturam, tem uma separação entre os dois?*

*EUG: Ah-ham.*

*E: Embora tu não consigas ver? Tu consegues ver essa separação?*

*EUG: Consigo ver a metade.*

*E: Onde é que tu vês essa separação? Tu consegues me dizer?*

*EUG: Aqui. Aqui no risquinho do 20 [indicação do volume no copo de béquer].*

*[...]*

*E: Essa coisinha que tá aqui em cima é o quê, então? É o álcool que tu falou?*

*EUG: Aqui em cima é o álcool, aqui embaixo é a água.*

*E: E dentro desse vidro agora, o que eu tenho, então?*

*EUG: Duas quantidades, meia Quantidade, uma e meia quantidade de al..., de água e meio quantidade de álcool.*

*E: Nota alguma coisa acontecendo?*

*PLI (12): Sim.*

*E: O que tu nota acontecendo?*

*PLI: São as moléculas. Não sei se é, fazendo algumas ondas!*

*E: E o que pode ser essas ondas que estão fazendo?*

*PLI: Não sei.*

*E: Não sabe o que pode tá fazendo essas ondas?*

*PLI: Entrando em contato uma substância e outra.*

*E: E por que uma substância entrando em contato com outra faz essas ondas?*

*PLI: Não sei.*

(b) o fenômeno da precipitação:

*E: O que tu achas que vai acontecer quando eu colocar os dois [C e D] em contato?*

*EUG (11): Este daqui parece ser mais diferente que este.*

*E: Parece como diferente?*

*EUG: Diferente assim, mais... Tem mais bactéria aqui do que aqui.*

- E: O que tu chama de bactéria?*
- EUG: Bactérias são fun..., uh, oh, as primeiras bactérias foram amebas e fungos.*
- E: E tem bactérias diluídas aqui dentro, é isso?*
- EUG: Não. Fundo do copo dá pra ver as pontas, pontinhas, de cá.*
- E: Vou pôr os dois em contato tu me diz o que acontece, tá bom? O que aconteceu?*
- EUG: Ah, ficou amarelo.*
- E: E de onde é que surgiu esse amarelo?*
- EUG: Bactérias.*
- E: São bactérias?*
- EUG: Não sei.*
- E: Esse amarelo tava dentro do líquido e a gente não conseguia ver?*
- EUG: Uhm, tava...*
- E: Dentro de qual dos líquidos?*
- EUG: Desse [C].*
- E: Por que tava dentro desse e não desse?*
- EUG: Porque esse daqui era o mais diferente, mais... Opaco.*
- E: O líquido C era mais diferente, mais opaco do que o D, então o amarelo tava dentro do C. Esse amarelo ele é o quê, ele é um sólido, um líquido...?*
- EUG: Líquido.*
- E: Tu notas alguma coisa no fundo do copo? O que tu nota no fundo do copo?*
- EUG: A mesma coisa, se tu for numa estação de água tu vai ver... ah,*
- E: Tu já foi numa estação de água?*
- EUG: A-ham. Aquela sujeirinha que fica no fundo, né, que parecem grãos de areia.*
- E: E por que eles foram parar ali embaixo?*
- EUG: Ahm..., bactérias.*
- E: Esses grãos de pó são bactérias ou eles foram parar lá embaixo por causa das bactérias?*
- EUG: Ah, não sei.*

[...]

*E: E eu tenho uma substância aqui dentro desse copo ou tenho mais do que uma?*

*EUG: Mais de uma.*

*E: Quais são as substâncias que eu tenho aqui dentro? Uma é essa CD juntas e a outra, qual seria?*

*EUG: Não sei te dizer.*

*E: Esse pózinho amarelo que tá aqui embaixo, é a mesma substância desse líquido que está na parte de cima?*

*EUG: É. Pode ser também que se ge..., antes, quando tu colocou aqui, né, pode ser que tu já tinha, já tem esse pó assim aqui só que a gente, ó, podia ter que sei lá.*

*E: Mas o pó tava no líquido B daí ou tava no copo e a gente não conseguia...*

*EUG: No B.*

*E: Se eu colocar esses dois líquidos em contato o que tu acha que pode acontecer?*

*PLI (12): A mesma coisa que aconteceu com o A e o B.*

[...]

*E: [Colocam-se as duas substâncias em contato] Que cor tu acha que vai ser?*

*PLI: Mudando a cor.*

*E: Essa cor surge da onde?*

*PLI: Do contato das duas substâncias. A C e a D.*

*E: Essa cor amarela ela não tava nem em C nem em D. Tu acha que ela podia estar escondida ou em C ou em D?*

*PLI: Eu acho.*

*E: Tu acha que ela podia estar escondida, por exemplo, em uma das duas? Ou nas duas?*

*PLI: Nas duas.*

*E: Essa cor é o que? É um líquido, um sólido? Esse amarelo?*

*PLI: É um líquido.*

- E:* *E tu nota alguma coisa no fundo do copo?*
- PLI:* *Um sólido.*
- E:* *E o que cor é esse sólido no fundo do copo?*
- PLI:* *Também é amarelo.*
- E:* *Quantas substâncias tu acha que eu tenho dentro desse copo?*
- PLI:* *Umas mil.*
- E:* *E eu tenho, tu acha que o sólido que tem embaixo e o líquido são a mesma coisa ou são coisas diferentes?*
- PLI:* *Coisas diferentes.*
- E:* *E por que o sólido foi parar ali embaixo?*
- PLI:* *Porque é mais pesado.*
- E:* *Antes eu tinha dois líquidos, por que pode ter aparecido esse sólido quando eu coloquei os dois líquidos em contato?*
- PLI:* *Porque nas duas substâncias em contato pode dar alguma coisa diferente.*
- E:* *Quantas coisas diferentes podem dar?*
- PLI:* *Várias!*
- E:* *Mil?*
- PLI:* *É.*
- E:* *Tu acha que pode dar mil coisas diferentes quando eu misturo as duas? Quando eu coloco as duas em contato?*
- PLI:* *Não, uma.*
- E:* *Uma só?*
- PLI:* *É.*
- E:* *Mas qual?*
- PLI:* *Essa.*
- E:* *A de cima ou a de baixo?*
- PLI:* *As duas porque as duas tão no mesmo copo.*
- E:* *Mas o sólido e o líquido são a mesma coisa ou são coisas diferentes?*
- PLI:* *Diferentes.*
- E:* *Elas são diferentes por que o sólido é uma coisa sólida e o líquido é a mesma coisa só que líquido?*

*PLI: É.*

*E: Mas é a mesma coisa que tem aqui dentro?*

*PLI: Sim.*

Entretanto, novamente, não há conservação da quantidade de matéria na mistura dos líquidos, seja (a) na solubilidade dos líquidos, seja (b) na precipitação do sal amarelo:

(a) na solubilidade dos líquidos:

*E: Se eu largar agora o lacre aqui, vai modificar o peso ou vai ser igual?*

*EUG (11): Vai modificar.*

*E: Vai ser maior ou menor?*

*EUG: Maior.*

*E: Por que tu achas que vai ser maior?*

*EUG: Porque uhm..., se a gente so..., calculasse o peso do álcool mais a água dava mais que separar os dois dali juntos e dava um todo.*

*E: Tu larga ali, então, pra ver o que acontece? Modificou o peso?*

*EUG: Modificou.*

*E: [Continua a mesma indicação de massa na balança]. A coisinha vermelha ali não está no zero ali, não está sobre o zero?*

*EUG: Tá sobre o um.*

*E: Ficou mais pesado ou ficou mais leve?*

*EUG: Pesado.*

*E: E era o que tu esperavas que tivesse acontecido?*

*EUG: Sim.*

*E: E eu largando ali o lacre, tu acha que o peso vai ser o mesmo ou vai modificar o peso?*

*PLI (12): Vai modificar.*

*E: Vai ser maior ou vai ser menor?*

*PLI: Menor.*

*E: Por que tu acha que vai ser menor?*

*PLI: Porque pode ser mais leve.*

- E: *Por que pode ser mais leve?*
- PLI: *Porque... Porque a substância pode ter perdido peso.*
- E: *[Largando o lacre] Modificou o peso?*
- PLI: *Não.*
- E: *Por que tu acha que não modificou o peso?*
- PLI: *Porque ficou a mesma coisa.*

(b) na precipitação do sal amarelo:

- E: *Se eu largar o lacre lá da balança agora vai ficar o mesmo peso ou vai modificar?*
- EUG (11): *Ficar o mesmo.*
- E: *Por que tu achas que vai ficar o mesmo peso?*
- EUG: *Quer dizer, vai modificar, né, um pouco. Porque agora dá pra unir os dois, vai dar a mesma coisa que o a e o b. Vai, vai ficar mais pesadinho até que o pózinho ali vai, vai dar um pesinho a mais.*
- E: *Ah, então tu achas que vai pesar mais porque tem esse pó se formando ali embaixo?*
- EUG: *Não só por causa do pó, né, porque o tudo junto ali.*
- E: *Ficou o mesmo peso?*
- EUG: *Não.*
- E: *Tu achas que tá mais pesado ou mais leve?*
- EUG: *Mais pesado.*
- E: *Eu vou largar ali o lacre. Tu acha que vai modificar o peso ou tu acha que vai ser o mesmo peso?*
- PLI (12): *Vai modificar.*
- E: *Vai ser maior ou vai ser menor?*
- PLI: *Vai ser maior?*
- E: *Por que tu acha que vai ser maior?*
- PLI: *Porque o sólido é mais pesado.*
- E: *[Largando o lacre]. Modificou o peso?*
- PLI: *Um pouquinho.*

*E: Ficou um pouquinho mais pesado ou um pouquinho mais leve?*

*PLI: Leve.*

*E: Por que tu acha que ficou praticamente o mesmo peso?*

*PLI: Porque... Não sei.*

#### Categoria IV

São características dessa categoria:

- Quantidades diferentes dos líquidos quando misturados causam os mesmos efeitos.
- Surgem, ainda que incipientes, explicações corpusculares para justificar o surgimento da substância amarela quando da adição das soluções C e D, no entanto essa substância amarela ainda estaria escondida numa das duas soluções.
- Ainda não se manifesta conservação da quantidade de matéria na mistura dos líquidos, seja na solubilidade dos líquidos, seja na precipitação do sal amarelo.

Apesar dessas diferenças, novamente a água é o padrão utilizado para identificar substâncias líquidas incolores:

*E: Por que tu achas que eles são água?*

*PAU (13): Porque é transparente.*

*E: E tu achas que eles são líquidos iguais ou líquidos diferentes?*

*PAU: Não sei, parece que esse daqui é mais grosso, acho que é por causa da luz aquele ali parece que este tá mais grosso que este. Ou então pode ser açúcar, sal, sei lá porque daí não, não deixa a água mais grossa, mais fina, nada.*

[...]

*E: O que tu achas que vai acontecer quando eu colocar os dois em contato?*

*PAU: Nada.*

*E: Por que tu achas que não vai acontecer nada?*

*PAU: Porque é água com água.*

No entanto, ao se considerar diferentes as soluções, por causa de presumidas diferenças de transparências, chega-se a pressupor um esquema para diferenciar tais substâncias:

*E: Os líquidos dessas garrafas, eles te parecem iguais ou te parecem diferentes?*

*NIC (13): Diferentes.*

*E: Os líquidos são diferentes? Por que tu achas que os líquidos são diferentes?*

*NIC: Por causa da transparência.*

*[...]*

*E: E além deles serem transparentes tu achas que eles têm alguma outra diferença, tu achas que são líquidos diferentes, então?*

*NIC: Acho que é, substâncias diferentes...*

*E: Existe alguma coisa que a gente poderia fazer com o que tá aqui na frente da gente pra mostrar que são substâncias diferentes?*

*NIC: Ah, eu veria a composição.*

*E: E como é que se poderia ver essa composição?*

*NIC: Pelos agentes que ele faz, pela...*

*E: Pelos agentes? Como assim pelos agentes? Me fala mais um pouquinho..*

*NIC: Não sei, pelo que formaria no produto, num outro.*

Quantidades diferentes dos líquidos quando misturados causam os mesmos efeitos:

*E: Essa quantidade que eu vou pôr em contato delas uma com a outra, 10 mililitros, né, o que acontecer quando colocar nos copinhos, seria a mesma coisa que ia acontecer se eu colocasse todo o conteúdo das garrafas, se as garrafas tivessem cheias, em contato um com o outro?*

*PAU (13): Sim, porque o que tá misturado é a mesma coisa.*

*E: Isso independe da quantidade?*

*PAU: Sim.*



Na mistura das soluções A e B, mais uma vez, são manifestadas idéias que fazem apelo ao concreto:

*E: O que tu vês acontecendo?*

*PAU (13): Não sei, parece que tá misturando remédio.*

*E: Como assim remédio?*

*PAU: Que, quando tu coloca tipo, Tylenol assim daí fica, ô!*

*E: Tylenol em gota, ou coisa assim, com a água?*

*PAU: É, fica sei lá, parece que... Ah, não sei explicar, mas fica diferente.*

*E: O que tu pensas que vai acontecer quando eu colocar o conteúdo do copo A junto com do copo B, ou seja, colocar o líquido A e o líquido B em contato?*

*NIC (13): Acho que vai misturar a substâncias que estão nos copinhos.*

*E: Vão misturar as substâncias? E misturando as substâncias vai modificar a aparência dessas substâncias?*

*NIC: Vai.*

*E: E como é que tu achas que pode ficar a aparência?*

*NIC: Vai ficar, vai ficar menos substância do que tinha a aparência menos nítida assim. Porque tu misturou um líquido que tinha muito mais transparência, tu misturou com o que tinha aspecto mais de conteúdo, assim, mais ou menos eu acho que vai ficar no que pode ficar mais misturado, assim.*

*E: Pode mudar de cor, por exemplo?*

*NIC: Acho que não.*

*E: Tu pode me descrever o que tu tá enxergando?*

*NIC: Eu acho que mistura as substâncias diferentes.*

*E: Mas o que ela pareceu formar?*

*NIC: Ela tem a mesma aparência de um... de um remédio assim.*

Na precipitação, entretanto, surge uma explicação que faz referência a idéias corpusculares:

*E: O que tu achas que vai acontecer quando eu colocar os dois em contato agora?*

- PAU (13): *Não sei.*
- E: *O que tu notas acontecendo?*
- PAU: *Ficou amarela.*
- E: *De onde é que surge esse amarelo?*
- PAU: *Não sei, eu acho que de alguma coisa que tu colocou na outra água.*
- E: *Em qual das duas? Em qual dos dois líquidos?*
- PAU: *Nessa. Nessa daqui.*
- E: *Nesse líquido tinha alguma coisa nesse amarelo?*
- PAU: *Não ti..., não dava pra ver, mas acho que tinha.*
- E: *Mas eram os dois líquidos eram incolores, né?*
- PAU: *Sim.*
- E: *Como é que surge esse amarelo aí?*
- PAU: *Não, acho que vem da mistura de, sei lá, de partículas que têm na água, sei lá!*
- E: *Como assim partículas?*
- PAU: *Ah, eu não sei, tipo quando tu bota corante assim, faz isso aqui, em tipo granulado, sabe? Daí, só que não aparece. Não sei como não aparece, mas daí quando mistura, aparece.*
- E: *Esse amarelo é o quê? Ele é um sólido, é um líquido, é um gás?*
- PAU: *É um líquido.*
- E: *Bem assim no fundinho do copo tu vê alguma coisa?*
- PAU: *Uhu, parece uns pedacinhos, sei lá...*
- E: *De quê, de pó, um sólido, alguma coisa assim?*
- PAU: *Tipo pó, eu acho.*
- E: *Como é que esse pózinho amarelo veio parar aí embaixo?*
- PAU: *Porque tu botou ali, daí ele tem que descer.*
- E: *E por que ele desce?*
- PAU: *Por causa que ele, ele é pesado em relação à água, daí ele desceu.*
- E: *Eu vou colocar, né, o conteúdo de C junto de D. O que tu achas que pode acontecer?*
- NIC (13): *Vai se misturar as substâncias também.*

- E: Vai modificar a aparência? Pode mudar de cor, por exemplo?*
- NIC: Não.*
- E: O que aconteceu?*
- NIC: Mudou de cor.*
- E: Por que mudou de cor?*
- NIC: Porque eu não sei qual era a substância que tinha, né, mas pela substância, como ele entrou em contato com outra ele mudou de cor.*
- E: Isso que tá aqui dentro do copo, né, tinha C e D antes, é uma substância nova ou é a mistura de C e D?*
- NIC: É uma mistura. A mistura dos dois líquidos que fica amarelo.*
- E: Sim, mas como não tinha nada, não tinha cor nenhuma ali, como é que pode ter surgido esse amarelo? Existia dentro do líquido alguma coisa como pigmento ou alguma cor?*
- NIC: Acho que tinha alguma substância que se tu for ver a composição de uma tinta tinha na, na..., no líquido.*
- E: O que tu entendes por substância?*
- NIC: Um agente. Talvez tinha algum agente ali que pudesse transformar o líquido em amarelo.*
- E: Esse amarelo é o quê? É um líquido, é um sólido?*
- NIC: Líquido.*
- E: O que tu enxerga no fundo do copo?*
- NIC: É um pózinho assim, né, mas é uma, um sólido assim.*
- E: Esse pózinho sólido que tá ali no fundo do copo, como é que ele veio parar ali embaixo?*
- NIC: Ele teve o mesmo efeito de um Nescau. Porque o chocolate vai parar embaixo do copo.*
- E: Quando não dissolve todo vai para embaixo do copo, é isso?*
- NIC: É.*
- E: E esse amarelo que tá aqui embaixo do copo é a mesma substância da parte de cima do copo? Do líquido que tá em cima do copo ou é outra coisa?*
- NIC: É a mesma substância.*

*E: Sim mas, o Nescau, por exemplo como tu falou eu ponho o Nescau, né, dissolvo ele no leite e aí fica aquela parte: uma coisa fica mais ã... marronzinho caramelo e depois aquele Nescau que fica lá em baixo fica um marronzão mais forte, né, mas eu tenho duas coisas diferentes, o Nescau e o leite. Aqui tu achas que eu tenho duas coisas diferentes ou uma coisa só?*

*NIC: Uma coisa só. Mas é que ela não dissolveu bem, daí...*

Embora tenha surgido esse princípio de justificação corpuscular, não há a conservação de quantidade de matéria:

*E: E agora se eu largar o lacre vai ser o mesmo peso ou vai ser diferente?*

*PAU (13): Acho que vai ser diferente por causa desse pózinho.*

*E: E vai ser mais pesado?*

*PAU: É.*

*E: Ou vai ser mais leve?*

*PAU: Mais pesado.*

*[...]*

*E: Larga o lacre aí pra gente ver. O peso é o mesmo?*

*PAU: Não.*

*E: Tá no zero ali, ou não tá?*

*PAU: Tá mais ou menos. Tá assim subindo e descendo.*

*E: Parou agora. Parou no zero?*

*PAU: Não, parou um pouquinho embaixo.*

*E: Ficou mais pesado ou ficou mais leve?*

*PAU: Mais pesado.*

*E: Ah.... se agora eu largar o lacre tu achas que o peso vai ser igual ou vai ser diferente?*

*NIC (13): Vai ser diferente.*

*E: Vai ser maior ou menor?*

*NIC: Um pouco maior.*

*E: Por que um pouco maior?*

- NIC: *Porque tem o sólido.*
- E: *Vamos largar o lacre. Modificou o peso?*
- NIC: *Não.*
- E: *Por que tu achas que agora tá o mesmo peso?*
- NIC: *Porque tu só juntou os líquidos.*
- E: *Mas e a parte de baixo ali que tá sólida?*
- NIC: *Faz parte da mesma substância, assim, não vai alterar o peso.*

### Categoria V

Essa categoria apresenta muitas semelhanças com a categoria anterior. Onde se mantêm as idéias, por exemplo, de que quantidades diferentes dos líquidos quando misturados causam os mesmos efeitos e persistem as dificuldades para a conservação da quantidade de matéria na mistura dos líquidos que causam na precipitação do sal amarelo.

Entretanto, embora algumas vezes não surjam tentativas de explicações corpusculares, ou essas se mantenham implícitas, o aparecimento da substância amarela é explicado de outra forma. Não é mais uma substância que se encontra escondida nas soluções C ou D, é uma substância nova, ainda que difícil de ser precisada sua constituição, que surge do contato das duas soluções. Chega-se a utilizar o termo reação, mas o uso dessa palavra parece trazer pouco do seu conteúdo químico. Utiliza-se o termo porque foi aprendido na escola, mas seu sentido é vago, pois parece vago o referente químico ao qual o sentido está unido.

- E: *De novo eu tenho dois líquidos, né, C e D são dois líquidos incolores, né, e eu vou colocar os dois em contato. O que tu espera que aconteça agora?*
- JES (12,9): *Mmmm... Não tenho nem idéia.*
- E: *Uma coisa semelhante ao que aconteceu antes [líquidos A e B postos em contato]?*
- JES: *Pode ser.*
- E: *E se pode ser, tu acha que pode acontecer alguma outra coisa bem diferente?*
- JES: *Pode acontecer uma coisa tão diferente, depende daquilo que era cada um também. Se são diferentes ou não.*

- E: Então vamos ver... O que tu consegue ver o que tá acontecendo?*
- JES: Que uma coisa entrando em contato com a outra ficou amarelo.*
- E: Essa cor amarela ela vem da onde?*
- JES: Delas entrar em contato. Dessas substâncias entrar em contato.*
- E: Elas se misturaram e daí essas substâncias, C misturada com a D, formam essa substância amarela?*
- JES: Sim.*
- E: É uma mistura dois como se eu misturasse uma tinta laranja e uma tinta vermelha e ficasse esse amarelo?*
- JES: Sim.*
- E: É uma mistura de cores só?*
- JES: Sim, mas essa daqui , no caso, não é cores é uma coisa incolor que não se pode imaginar. Eu não consigo imaginar que formasse essas cores... Dessas substâncias, se entrasse em contato... Talvez se entrasse em contato com outra não formaria essa cor, mas de repente as substâncias se fecharam.*
- E: Como assim, fecharam? O que tu quer dizer com isso?*
- JES: Se ela entrar em contato com aquela substância, vamos dizer com a C e a D, que ela pode... Não sei.*
- E: Essa cor amarela, tu acha que, por exemplo, ela pode estar escondida dentro de C ou de D de alguma forma que tu não conseguisse enxergar?*
- JES: Não.*
- E: E esse amarelo que tem aqui é uma substância nova?*
- JES: De certa forma é. Porque as duas são incolores e ficou esse amarelo totalmente diferente.*
- E: E quantas substâncias têm dentro desse pózinho agora?*
- JES: Mmmm... Não sei.*
- E: Vamos dar uma olhadinha aqui nesse amarelo. Esse amarelo ele é o que pra ti? Ele é um líquido, ele é um sólido?*
- JES: Um líquido.*
- E: Tu consegue enxergar alguma coisa ali no fundo do copo?*
- JES: Um pózinho, como se fosse... Que ficou embaixo que tu não*

*conseguiu misturar.*

*E: E, então, já que tu viu esse pózinho, eu tenho quantas substâncias aqui dentro? Uma? Duas?*

*JES: Duas.*

*E: Quais são essas duas que eu tenho ai dentro? Como são, quais são as características delas?*

*JES: Uma é líquida e a outra é... É um pó, é diluída, deve ser algo assim.*

*E: É um pó que se dilui na água?*

*JES: Sim.*

*E: Como é que esse amarelo foi parar ali embaixo?*

*JES: O contato da substância será que poderia fazer esse pó?*

*E: Como assim?*

*JES: A mistura do C e D.*

*E: Mas como o pó foi parar ali embaixo?*

*JES: Não sei.*

*E: Por que não ficou nadando em cima da água, do líquido?*

*JES: Porque ele não foi misturado, então ele desceu.*

*E: Tu acha que ele pode ser mais pesado que o líquido e por isso ele cai pra baixo?*

*JES: Sim.*

*E: O que tu acha que vai acontecer quando eu misturar esses dois líquidos [C e D]?*

*THA (19): Bom, já que nesses dois [A e B] aconteceu alguma coisa, então, provavelmente nesses dois aqui também vai acontecer alguma coisa.*

*E: [Colocam-se os líquidos em contato] Repara no que tá acontecendo...*

*THA: Tá ficando amarelo.*

*E: Essa cor amarela tá surgindo de onde?*

*THA: Ah, bom, provavelmente deve ser que os dois teve uma reação que causou a cor amarela.*

- E: *Como assim, uma reação? O que tu entende por reação?*
- THA: *Ah, não sei, tu juntou os dois líquidos, né, e daí causou essa reação. Ai, exatamente, o que é uma reação, eu não tenho certeza o que é uma reação química. Eu não me lembro.*
- E: *Por que tu acha que é uma reação química?*
- THA: *Ah, voltando pro colégio, porque tipo, uma reação química tu não pode rever...É, pode reverter. Mas, neste caso acho que tu não vai poder voltar, bom, volta de novo entendeu? Do jeito que eles tava antes. Tu modificou a substância e...*
- E: *Essa substância te parece o quê? Te parece um líquido, um sólido?*
- THA: *Ah, me parece um líquido.*
- E: *Um líquido?*
- THA: *É gordo, mas é um líquido.*
- E: *Quer pegar o copinho e dar uma olhadinha? Ver o que te parece...*
- THA: *Ah, um líquido, com certeza.*
- E: *Tem alguma coisa que fica na borda do vidro?*
- THA: *Sim.*
- E: *O quê te parece isso?*
- THA: *Isso ai me parece pedacinhos cristalizados, porque dentro da, do líquido ele também não é homogêneo assim. Têm uns pedacinhos cristalizados ali no fundo.*
- E: *Tu acha que se eu deixar parado o que vai acontecer?*
- THA: *Mmm... hum... Ah, eu acho que vai descer assim. Vai descer tipo essa poeirinha que tá ali e vai ficar duas coisas diferentes, a poeira embaixo e o líquido em cima.*
- E: *Eu quero saber da onde é que vem essa poeira. Como é que surgiu?*
- THA: *Ah, tá! Hã, da onde surgiu, tá! Ah... Do processo? Tá. Bom, se juntou os líquidos daí a coisa que tinha no primeiro líquido, que eu não sei exatamente o que é porque eu não sei o que é o líquido, se juntou com a outra que tava no outro líquido e as duas juntas formaram a poeira. E acho que o líquido é o mesmo. Porque*



*parece que o amarelo no líquido é essa poeirinha e não o... E não que o líquido tenha se tornado amarelo, entendeu, mas a poeirinha que tá fazendo o líquido amarelo.*

*E: Por que na mistura de dois líquidos incolores formou essa poeira, esse sólido amarelo, e na mistura desses dois líquidos não formou o sólido amarelo? E eles pareciam iguais, né?*

*THA: Eles eram bem diferentes! É por isso, assim, especificamente esses dois líquidos juntos formavam a mistura amarela e esses dois aqui não. Só formavam aquela mistura estranha como aquele padrão da água com açúcar que tu tinha dito. É uma característica específica daqueles líquidos, eu acho.*

*E: [Colocam-se as soluções C e D em contato] Da onde vem esse amarelo aí?*

*ALI (23): Tu quer saber se foi o C que fez isso no D ou se foi o D que fez isso no C ou simplesmente os dois líquidos reagiram e se transformaram nisso?*

*E: Tu me disse três hipóteses, tu me diz qual que tu acha que escolheria.*

*ALI: Eu acho que a terceira até porque eu não poderia dizer se foi o C que provocou no D ou se foi o D que provocou no C. Houve uma reação, isso é óbvio... Não sei porque ficou amarelo.*

*E: O que tu entende por reação?*

*ALI: [Silêncio].*

*E: E se tu tivesse que explicar uma reação pra uma outra pessoa como é que tu poderia explicar?*

*ALI: Como é que se explica uma reação?! Não sei, acho que eu diria que, assim, que ou C ou D, naquela substância existe algum elemento que em contato com outro elemento ou do C ou D, aí é complicado... Ah, como é que eu vou dizer, eu vou ter que usar reagiram. Eles reagiram pra formar o que formou, não sei. Não sei se eu consegui...*

*[...]*

- E: *Agora quando eu largar o lacre ali tu acha que vai ficar o mesmo peso ou vai modificar?*
- ALI: *Vai ficar mais pesado.*
- E: *Por que tu acha que vai ficar mais pesado?*
- ALI: *Por causa do sólido.*
- E: *Larga ali o lacre...*
- ALI: *Ah... Não acredito que ficou mais leve!*
- E: *Mais leve? Tá no zero ali?*
- ALI: *É verdade. Pensei que deu uma balançada. Manteve!*
- E: *Por que tu acha que manteve a mesma massa? O mesmo peso.*
- ALI: *Acho que talvez pelo mesmo motivo que o A mais B manteve. Tu não acrescentou nada mais. Eles simplesmente reagiram e formaram duas substâncias diferentes.*
- E: *Por que aconteceu essa formação de sólido amarelo ou esse líquido amarelo e aqui [A + B] não aconteceu isso?*
- ALI: *Acho que pela substância que mudou. Imagino que seja isso. É a única possibilidade. Pelo menos pra mim.*
- E: *Bom, o que te parecem esses líquidos?*
- CAL (25): *Água.*
- E: *E por que eles te parecem água?*
- CAL: *Eu não tô sentindo cheiro.*
- E: *E tu acha que esses líquidos são iguais ou são diferentes?*
- CAL: *Espero que eles sejam diferentes.*
- E: *Por que tu espera que eles sejam diferentes?*
- CAL: *Senão eu me sinto enganada.*
- E: *Por que tu te sentiria enganada se eu só tenho água?*
- CAL: *Porque daí absolutamente não vai acontecer nada. Porque eu espero que aconteça alguma coisa muito legal!*  
[...]
- E: *O que tu nota acontecendo [mistura de A e B]?*
- CAL: *Tá misturando.*
- E: *E tu consegue ver eles se misturando?*

- CAL: *Sim.*
- E: *E se tu vê eles se misturando, tu pode me descrever já que já acabou?*
- CAL: *Parecem duas... Parece uma coisa viscosa se misturando com outra.*
- E: *Com outra coisa viscosa?*
- CAL: *Não, com outra coisa. Com outro líquido. Parecem, não sei, parecem dois líquidos se misturando bem devagar.*
- E: *E por que tu conseguia ver esses dois líquidos se misturando?*
- CAL: *Porque eles devem ser diferentes.*
- E: *Diferentes no quê?*
- CAL: *Mmm... Sei lá. Na densidade? Mas não senão eles não iam se misturar, né. Não sei. Minhas questões de química tão horríveis!*
- E: *Tem alguns dois líquidos, assim, que tu possa imaginar que quando se misturassem ficassem alguma coisa parecida com o que tu viu ali?*
- CAL: *Deixa eu lembra então. Ah... Tem. Ah, se eu pegar o adoçante e pingar na água fica uma coisa parecida.*
- E: *E por que acontece essa coisa entre adoçante e água?*
- CAL: *Eu acho que porque vai se misturando, assim, as partículas. Vai entrando um dentro do outro.*
- [...]
- E: *Agora eu tenho C e D. Quando eu colocar essas duas em contato o que tu espera que aconteça?*
- CAL: *Espero que fique azul.*
- E: *Por que tu acha que ficaria azul?*
- CAL: *Não, eu só quero que fique azul, não acho mesmo... Acho que vai acontecer a mesma coisa.*
- E: *Mas por que tu acha que pode ficar azul se eles são incolores?*
- CAL: *Ah, mas pode mudar. Não pode? Pelo menos nos comerciais de químicas na TV as coisas acontecem.*
- E: *Então vamos lá [colocam-se as substâncias em contato].*
- CAL: *Ai, olha ali!!! Teve cor! Sensacional!!*

- E: O que tá acontecendo?*
- CAL: Amarelo.*
- E: Da onde surge esse amarelo?*
- CAL: Da mágica que tu fez.*
- E: Da mágica, do abracadabra!*
- CAL: Ah, surge da mistura dos dois, do C e D.*
- E: Então aqui eu tenho C e D. Ou eu tenho outro produto aqui dentro?*
- CAL: Tu tem C e D, então é igual a Y.*
- E: Eu tenho uma substância só aqui dentro ou eu tenho mais de uma?*
- CAL: Não faço idéia. Ah, tem mais de uma.*
- E: Mais de uma?*
- CAL: É, acho que sim ou é a mesma em diferentes formas.*
- E: Tá vendo essa substância que tá aqui [o sólido junto ao fundo do copo]? Ela, o que ela é, esse amarelo? Ela é um líquido? É um sólido?*
- CAL: Ele é mais pesado.*
- E: Por que ele é mais pesado?*
- CAL: Porque tá mais pesado na minha mão. Não sei. Ela é um sólido.*
- E: É um sólido. E por que esse sólido foi parar aí embaixo?*
- CAL: Porque tu misturou os dois. Porque ele é pesado.*
- E: Então quando eu misturar esses dois aqui e quando surgir o sólido vai aumentar o peso?*
- CAL: Mmm.... Será? Não, eu acho que não.*
- E: Não? Mas por quê?*
- CAL: É, não sei. Eu não sei se é impressão a minha que ele tá mais pesado ou ele é assim. Eu acho que não, acho que vai ficar igual porque... Não sei explicar o porquê, porque vai ter o mesmo número de coisinhas, partículas, de coisas. Apesar de ter se tornado amarelo e sólido.*
- E: Tu tinha falado, por exemplo, da idéia dessas coisinhas, partículas, mas tu tinha uma substância incolor e outra substância incolor. Quando nós colocamos em contato surgiu esse amarelo.*

*Da onde surgiu esse amarelo?*

*CAL: Da mistura.*

*E: Como assim, da mistura?*

*CAL: Tu misturou essas duas coisas, que eu não sei o que são, e surgiu uma coisa amarela.*

*E: Mas entre essas duas cores não tá amarelo, tá incolor. Por que aqui ficou amarelo?*

*CAL: Porque o amarelo... Porque uma delas em relação a outra ficou amarelo.*

*E: Uma delas em relação a outra?*

*CAL: Um desses líquidos se misturou ou os dois em conjunto, sei lá. Não sei, por que não tem como saber. Porque ele deve ter um, como é o nome, um... Um... Como é o nome? Um colorante que funciona em reação a aquilo ali. A outra ali.*

*E: Quantas substâncias eu tenho, por que lá eu tinha duas substâncias?*

*CAL: É eu sei que é a mistura das substâncias C e D.*

*E: É tudo?*

*CAL: É, na minha cabeça é.*

*E: Mas tu tem uma ou duas substâncias aí dentro?*

*CAL: É o  $Y_a$  e o  $Y_b$ . O  $Y_1$  e o  $Y_2$ . O  $Y$  sólido e o  $Y$  líquido.*

*E: E quando tu colocar agora esses dois [C e D] em contato o que tu acha que vai acontecer?*

*JUL (25): Só vendo pra ver. Só vendo os dois líquidos se misturarem.*

*E: [Coloca-se em contato as substâncias] O que tu nota acontecendo?*

*JUL: Mudou a cor e provavelmente tenha mudado a densidade. Parece que agora tá mais denso.*

*E: Por que parece que agora tá mais denso?*

*JUL: Porque dá pra ver que, por exemplo, aqui pelas bordas... Mmm... Não saberia explicar por que ficou mais denso além da mudança de cor. Olhando assim eu vejo que tá mais, como eu posso dizer... Ai, as bolinhas que eu tô vendo ali tão mais juntinhas.*

*E: Essas bolinhas são o que? São um líquido? Um sólido? Olhando pro copo assim.*

*JUL: Ai, eu diria que são líquidos ainda.*

*E: Isso que tá no fundo do copo é um líquido então?*

*JUL: Ah, não. Ali é um sólido. Ali é sólido.*

*E: Como é que eles vieram parar ali embaixo?*

*JUL: Porque eles são mais pesados que as daqui, da superfície.*

*E: E da onde é que vem essa cor amarela? Eu tinha dois líquidos transparentes e como é que agora eu tenho essa coisa amarela ai dentro?*

*JUL: Pela junção das propriedades individuais dos dois líquidos.*

*E: Dentro desse copo eu tenho o que agora, antes eu tinha C e D, né, o que eu tenho dentro desse copo agora?*

*JUL: Com certeza é um líquido.*

*E: Não é uma substância sólida que eu tenho ai dentro? Ou é mais de uma?*

*JUL: Eu acho que é uma só. Mas eu acho que ela é formada por, assim, sei lá... É uma substância sólida. Eu acho que são vários constituintes.*

*E: É como se tu tivesse uma substância Y, como tu disse, parte dela líquida e parte dela sólida embaixo. Seria isso?*

*JUL: Seria isso. Mmm... Hum... É.*

[Coloca-se em contato as substâncias C e D]

*CAN (26): Aconteceu.*

*E: E o que aconteceu?*

*CAN: Agora sim virou... AB virou essa substância e a CD virou uma substância diferente.*

*E: Formou uma substância nova?*

*CAN: Sim.*

*E: Que cor é essa substância?*

*CAN: Amarela.*

*E: Antes essas substâncias eram incolores, né?! Da onde veio esse*

*amarelo?*

*CAN: Da mistura dessas substâncias. Eu acho que no momento que tu misturou essas duas substâncias formou uma substância nova.*

*E: Esse amarelo não tava dentro, escondida dentro daquelas substâncias?*

*CAN: [Risos] Acho que não.*

Nessa categoria, persiste a dificuldade para a conservação da quantidade de matéria na mistura dos líquidos que causam na precipitação do sal amarelo. Porém, o mesmo não ocorre com a mistura de A e B.

*JES (12,9): Uma coisa nova!*

*E: Não é uma mistura de A e B?*

*JES: De certa forma é pra formar essa coisa nova, essa mistura nova.*

*E: E o A e o B ainda existe ou eles... Os dois se uniram e formaram alguma coisa completamente nova e diferente?*

*JES: Se uniram e formaram uma coisa nova diferente.*

*E: E agora, eu largando o lacre ali o peso vai ser o mesmo que tinha antes? Ou vai mudar o peso?*

*JES: Por lógica seria o mesmo peso.*

*E: Por que tu acha que seria o mesmo peso?*

*JES: Porque foi a mesma quantidade que tu misturou.*

*[...]*

*E: E agora [C e D, com surgimento da substância amarela], quando eu largar o lacre, tu acha que o peso vai ser o mesmo? Vai ser maior ou vai se menor?*

*JES: Eu acho que vai ser maior, o peso.*

*E: Por que tu acha que vai ser maior?*

*JES: Por causa do pó e eu acho que se a tonalidade é maior ela até fica um pouco mais pesada, sei lá. Depende do conteúdo.*

*E: Por causa da tonalidade maior também pode ficar mais pesada?*

*JES: É, na mistura.*

*E: Larga o lacre, então! Modificou o peso?*

*JES: Não.*

- E: *Por que tu acha que não modificou o peso?*
- JES: *Porque é como se fosse o A e B. Elas só se uniram e formaram esse amarelo, não ficou mais pesado.*
- E: *Mas mesmo que o amarelo esteja pra baixo do copo?*
- JES: [Silêncio].
- E: *E por que mesmo que o amarelo esteja pra baixo do copo não modifico o peso ali na balança?*
- JES: *Não sei.*
- E: *E se eu tirar o lacre do peso, vai modificar o peso [soluções C e D colocadas em contato]?*
- THA (19): *Eu acredito que sim.*
- E: *Vai modificar pra mais ou pra menos?*
- THA: *Eu acho que pra mais.*
- E: *Por quê?*
- THA: *Porque agora tem um componente sólido, que pesa mais porque tá lá no fundo. Então provavelmente vai pesar mais.*
- E: *Tira o lacre ali pra mim...*
- THA: [Risos] *Ah, não!*
- E: *Modificou o peso?*
- THA: *Não. Continua no mesmo lugar.*
- E: *Por que continuou o peso igual?*
- THA: *Ah... É que a explicação que eu posso dar pra esses dois aqui vai contradizer a explicação desses aqui [A e B].*
- E: *Por quê?*
- THA: *Porque como tu tem a mesma coisa e tu juntou a mesma coisa no mesmo copo, por mais que tenha formado alguma coisa sólida, ela continua com o mesmo peso. Porque são as mesmas coisas. Mas, daí contradiz com esses dois aqui porque também teriam que ser a mesma coisa porque se juntou os dois teriam que fazer o mesmo peso.*
- E: *E agora [C e D] quando eu largar o lacre ali da balança vai ficar*



*o mesmo peso ou vai modificar o peso?*

*JUL (25): Eu acho que vai baixar, por quê? Por que tem sólido ali embaixo daquele copinho.*

*E: Vai ficar mais leve?*

*JUL: Não, vai ficar mais pesado. Por quê? Porque antes eu não tinha aqueles fragmentos sólidos e agora eu vou ter. Então eu acho que ela vai baixar.*

*E: Vamos ver... [Solta-se o lacre]*

*JUL: Baixou.*

*E: Baixou? Dá uma olhada ali.*

*JUL: É, eu acho que continua no zero apesar de eu achar que caiu um pouquinho.*

*E: Como esse pó amarelo foi parar ali embaixo?*

*CAN (26): Eu acho que foi por causa da mistura dessas substâncias.*

*E: Mas por que não ficou em cima da água por que foi pra baixo?*

*CAN: Porque o pó tem peso, né.*

*E: O pó é mais pesado?*

*CAN: É.*

*E: Se eu colocar aqui na balança agora, quando eu largar o lacre tu acha que isso aqui vai ficar mais pesado, vai ter o mesmo peso, vai ser mais leve?*

*CAN: Eu acho que vai ficar um pouco mais pesado.*

*E: Por que vai ficar mais pesado?*

*CAN: Por causa do pó que formou.*

### Categoria VI

Esta categoria é intermediária entre a categoria V, em que se procura explicar o surgimento da substância amarela pela interação das soluções C e D, e a categoria VII, onde por fim, surgem as explicações corpusculares.

Nesta categoria começam a se articular as idéias de reações (ainda que se mantenha uma confusão conceitual entre as idéias de mistura e de reação) e de conservação da quantidade da matéria nas reações químicas. Entretanto, persistem algumas dificuldades, ora em explicar as reações através de esquemas corpusculares,

ora em atribuir a idéia de conservação da quantidade de matéria na reação de precipitação.

A maior parte dos pensamentos que podem ser enquadrados nessa categoria manifestam uma dificuldade com relação a utilização de esquemas corpusculares para descrever as reações químicas.

*E: O que te parecem o que esses líquidos?*

*MAI (18): Olha, parece água. Porque é cor da água.*

*E: E você acha que são líquidos iguais ou são líquidos diferentes?*

*MAI: Olha, não tem como saber. Como tu tá me falando que vai misturar, que vai ter um efeito suponha-se que são diferentes, mas pode ser tudo água.*

*E: E como é que tu saberia que são líquidos diferentes? Como é que você pode saber que esses líquidos são diferentes?*

*MAI: Não sei. Tirando, experimentando o gosto. Botando em contato com alguma quantidade de um mesmo sólido.*

*E: Mas se eles parecem iguais, por que eles poderiam ser diferentes?*

*MAI: Porque têm muitas coisas parecidas que são diferentes.*

*E: E essas coisas que são parecidas que são diferentes por que elas são diferentes?*

*MAI: Na composição.*

*E: E como...*

*MAI: Ah, sei lá, tipo tu olha um copo de água e um copo de álcool parecem, quando o álcool era líquido ainda, por exemplo, parecem a mesma coisa.*

*E: Eles são a mesma coisa?*

*MAI: Não, por que os componentes, os componentes são diferentes.*

*E: Como assim componentes?*

*MAI: Mmmm... Sei lá, os átomos.*

*E: O que tu entende por átomos?*

*MAI: São letrinhas que tu estuda no colégio, uma ligada na outra.*

[...]

*E: [Coloca-se em contato as substâncias C e D] O que tá ocorrendo?*

*MAI: Tá mudando de cor. Os dois líquidos eram transparentes e agora*

*um em contato com outro ficou amarelo.*

*E: Da onde surgiu esse amarelo?*

*MAI: Da reação entre os dois líquidos.*

*E: Mas por que a reação dos dois líquidos fez aparecer este amarelo? Eu tinha dois líquidos incolores e agora eu tenho uma coisa amarela. Da onde surge esse amarelo?*

*MAI: Da interação, reação entre as substâncias que compõe esse líquido e as substâncias que compões esse aqui.*

*E: Mas eu não entendi por que o líquido ficou amarelo! Tu acha que a cor amarela veio de dentro da substância?*

*MAI: Não. É quando reage uma com a outra. Não saiu de dentro de nada.*

*E: E esse amarelo aqui é o que? É um líquido?*

*MAI: É. É um outro líquido.*

*E: Nota alguma coisa no fundo do copo?*

*MAI: Tem um pózinho.*

*E: Mas por que esse sólido tá no fundo?*

*MAI: Porque é mais pesado. Mais denso.*

*E: Agora, quando eu for soltar o lacre e ver a massa, isso vai ficar mais pesado que antes ou mais leve que antes ou vai ficar igual?*

*MAI: Ai, eu não sei. Bah, não sei. Acho que pode ficar mais pesado.*

*E: Ficaria mais pesado por causa do sólido?*

*MAI: Se ficar mais pesado seria por isso, mas não sei.*

*E: Quer soltar o lacre ali pra gente! Modificou o peso?*

*MAI: Não.*

*E: Por que não modificou o peso?*

*MAI: Porque tu não acrescentou nada, só misturou as duas coisas que tu tinha pesado antes.*

*E: [Colocam-se os líquidos C e D em contato]. O que tu nota acontecendo, então?*

*GUS (19): Eu noto que o líquido começa a tomar uma coloração amarela, bem constante.*

- E: Esse amarelo é o quê?*
- GUS: Nem imagino!*
- E: Saiu da onde esse amarelo?*
- GUS: Esse amarelo surge da mistura desses dois líquidos.*
- E: E esse amarelo é o que? É um líquido?*
- GUS: Deixa eu ver. A princípio eu creio que é um líquido.*
- E: Esse líquido tá ficando em que parte do copo.*
- GUS: Ele tá se depositando no fundo.*
- E: E o fato do líquido tá se depositando no fundo, tu acha que vai ficar com o mesmo peso, mesma massa depois?*
- GUS: Sim.*
- E: E por que tu acha que não vai alterar a massa?*
- GUS: Porque tu não tá acrescentando nenhum, ninguém. Nem tirando nada, tu tá só misturando os dois.*
- E: Os dois líquidos eram incolores, por que surgiu esse amarelo, então?*
- GUS: Porque é uma boa pergunta. Não sei te dizer porque surgiu o amarelo da mistura dos dois.*
- E: E esse amarelo é o quê? É um líquido? É a mistura desses dois líquidos? É uma outra coisa?*
- GUS: Não, esse amarelo é a mistura desses dois líquidos, mas é que a mistura desses dois líquidos fica amarelo.*
- E: A primeira pergunta que eu te faço em relação a isso é o seguinte, tu acredita ou o que tu pensa que essa quantidade que eu tô colocando aqui quando eu colocar em contato representaria a mesma coisa se eu colocasse toda a quantidade dessa garrafa em contato também? Aconteceria a mesma coisa?*
- RAF (27): Eu acredito que sim.*
- E: Por que tu acha que sim?*
- RAF: Porque as substâncias seriam as mesmas. As proporções seriam as mesmas.*
- [...]*

- E: E por que, então, com proporção igual aconteceria a mesma coisa?*
- RAF: Não sei, é uma dedução meio empírica não tem nada, nenhuma base científica.*  
*[...]*
- E: Eu vou colocar essa substância A em contato com essa substância B. O que tu espera que aconteça?*
- RAF: Uma série de coisas podem acontecer se realmente são substâncias assim... Pode mudar de cor, quer dizer, pode esses dois líquidos transparentes entrando em contato podem produzir uma cor diferente, pode sair um vapor, pode não acontecer nada.*
- E: Por que poderia produzir cor ou vapor?*
- RAF: Não sei dizer porque assim, sei lá, poderia ser uma reação específica do contato do A com B dar uma reação qualquer, mas não sei dizer porquê.*
- E: O que tu entende por reação?*
- RAF: Por reação eu entendo a... Como é que eu vou dizer... O resultado da mistura de duas substâncias. O que essa mistura produziria de efeito.*
- E: Então, o que eles teriam de diferente já que se parecem iguais?*
- RAF: A composição química deles.*
- E: O que tu entende por composição química?*
- RAF: Algo molecular, daí forma da mistura e daqui a pouco são diferentes.*  
*[...]*
- E: Substância C e D, quando eu colocar essas duas em contato, o que tu espera que vai acontecer?*
- RAF: Mesma coisa que A e B. Não sei o que são cada uma. Pode acontecer de dar uma reação, como eu tinha falado antes ou dá ou não dá!*
- E: [As substâncias são postas em contato] O que tá acontecendo?*
- RAF: Ficou amarelo.*
- E: E da onde surgiu essa cor amarela?*

- RAF: *Eu notei, embaixo não tá, mas acho que não tá bem, bem homogêneo. Dá pra notar que aqui embaixo tá meio clarinho, mas não, dá pra ser homogêneo.*
- E: *O que seria isso aqui embaixo?*
- RAF: *Parece que tá meio granulado. É o resíduo.*
- E: *E essa cor amarela é o líquido que é amarelo ou é o resíduo que é amarelo?*
- RAF: *Os dois. Bah, não sei. Daqui a pouco o líquido vai tá por cima desse resíduo e tá dando essa cor amarela e o resíduo ser amarelo também.*
- E: *E esse resíduo é o quê? É líquido?*
- RAF: *Não parece, parece sólido.*
- E: *E o que ele tá fazendo aí embaixo?*
- RAF: *Pode ter afundado com o peso, sei lá.*
- E: *Por que ele tá embaixo?*
- RAF: *É mais denso.*
- E: *Da onde surgiu essa cor amarela?*
- RAF: *Ah, cara, uma reação da mistura das duas substâncias, mas eu não sei te dizer da onde é que vem.*
- [...]
- E: *Como tem esse pó embaixo, e se ele tá mais embaixo ele é mais denso, quando eu soltar lá o lacre tu acha que a massa vai ser a mesma, vai ser igual, vai ser diferente, vai ser maior, vai ser menor?*
- RAF: *Eu acho que a massa vai ser a mesma.*
- E: *Será que vai ser a mesma já que eu tenho um pó embaixo que ele é mais pesado, se ele é mais denso ele tá embaixo.*
- RAF: *Eu não sei, eu não notei, mas acredito que não tenha ocorrido nenhuma perda de massa pra essa mistura, então parece natural que a massa seja a mesma.*
- E: *Então eu vou colocar o A no B, tá. O que tu nota acontecendo?*
- LUR (31): *Deu pra notar que são diferentes. Ah, eu consegui notar que dava*

*pra ver a... Tipo assim, as substâncias diferentes interagindo ali. Dava pra notar que não ficou homogêneo assim, de cara.*

*E: E por que não ficou homogêneo de cara? Qual é que são as propriedades que essas substâncias teriam que teria acontecido essa não-homogeneidade rápida?*

*LUR: Por que não se misturou mais, assim, facilmente? Não sei. Um pode ser de não ter a mesma polaridade, sei lá, do outro. De não ligar bem com o outro. Sei lá.*

*E: Antes eu tinha B e eu tinha A. E agora o que eu tenho aqui dentro?*

*LUR: Tenho as mesmas substâncias aqui. A única coisa que difere é que elas tão misturadas.*

*E: Vou deixar separado aqui. Aqui eu tenho C e D. Eu vou fazer a mesma coisa agora. Colocar em contato, o que tu espera que aconteça?*

*LUR: O natural seria que elas se misturassem.  
[...]*

*E: Bom, então vou colocar C junto a D. O que tu nota que tá acontecendo?*

*LUR: Ah, tipo uma coloração agora.*

*E: E essa cor, ela surgiu da onde?*

*LUR: Da combinação das duas.*

*E: Mas eu tinha duas substâncias incolores, por que surge então essa coloração amarela quando elas se combinam?*

*LUR: Não sei.*

*E: Essa cor amarela te parece o quê? Parece um líquido?*

*LUR: Ele parece que é um sólido que tá em suspensão. Ele não parece um...*

*E: O que tu acha que vai acontecer assim que eu liberar o lacre do peso?*

*LUR: Eu acho que vai ficar pesando a mesma coisa.*

*E: Por que ficaria pesando a mesma coisa? Por que, veja bem, eu tenho um sólido que ele tá se precipitando no fundo então ele*

*parece mais pesado que o líquido, né? Eu misturei dois líquidos e apareceu um sólido. Ele vai lá pro fundo. É mais pesado. Tu não acha que vai mudar? Aumentar?*

*LUR: Não. Ele pode ter mudado de estado, né. A princípio vai manter a mesma massa dele por que se não evaporou, se não perdeu calor. Ele vai ficar praticamente com a mesma massa.*

*E: Como é que tu poderia me explicar o aparecimento desse sólido?*

*LUR: Ah, daí, vão ter elementos diferentes que formaram um sal, alguma coisa que é sólido.*

Entretanto, também, pode se manifestar a dificuldade em atribuir a conservação da quantidade da matéria em reações químicas. Talvez esses sujeitos que manifestaram os pensamentos anteriores não tenham tido tais dificuldades devido a uma lembrança escolar daquele que parece o princípio fundamental das reações químicas: a conservação da massa global nas reações químicas.

*E: [Colocados C e D em contato] O que aconteceu?*

*CAO (27): Aconteceu que um reagiu com outro.*

*E: Formou o quê?*

*CAO: O C e o D formou CD.*

*E: Mas modificou a aparência?*

*CAO: Sim, ficou amarelo. Reagiu e eu acredito que ficou mais viscoso também, parece que formou uma tinta.*

*E: Esse amarelo aqui é um sólido, um líquido?*

*CAO: Pra mim é um líquido com pigmento sólido que formou essa coisa.*

*E: O sólido tá aonde?*

*CAO: Embaixo, misturado na substância embaixo.*

*E: E esse pigmento da parte sólida, né, quando nessa parte mais em cima ela, como é que tá, é o líquido que é amarelo ou é alguma coisa que tá ali dentro do líquido que tem uma cor amarela?*

*CAO: É por que ele não é muito homogêneo, né. Eu acho, assim, que isso é um pigmento, por isso que eu tô te falando, pra mim isso é um sólido que se formou dentro do líquido.*

*E: É que eu tinha dois líquidos transparentes, como é que formou*



*essa cor amarela a partir desses líquidos transparentes?*

CAO: *A partir das substâncias, dos líquidos transparentes reagiram e formaram outro.*

E: *Que tipo de substância poderia ser esses líquidos transparentes pra formar novas substâncias amarelas.*

CAO: *Não sei, mas pelo mesmo processo. Quando a gente coloca um... Pra verificar, por exemplo, tem uma reação que a gente faz, eu não sei te explicar como funciona pra reagir, né, é uma substância que reage com... Coisas que tem na substância reagem com coisa que tem na outra que vão se transformar e formar isso daí. Pra mim o se misturam são determinadas pecinhas dessa substância com pecinhas dessa aqui que vão se juntar e formar uma outra como se eu tivesse, por exemplo, um... Não sei dizer, mas quando a gente colocar gelatina dentro da água e como é fica tão vermelho assim? Porque o pózinho ele é mais opaco, né, a mistura com a água fica bem vermelha. Mas dessa vez a gente tá misturando dois líquidos, né, e a gelatina é um sólido.*

E: *Ah, por que esse sólido foi para aí embaixo?*

CAO: *Por que é mais pesado? Pra mim é mais pesado.*

E: *E agora quando eu largar o lacre vai modificar o peso ou vai ficar o mesmo?*

CAO: *Bom, como houve uma modificação eu acredito que, também, o peso vai modificar também. A massa vai ser reduzida porque... Porque modificou a cor, modificou a textura. Aos meus olhos, assim sem muito... E me pergunta porquê? Pra mim eu acho que o peso modificou porque modificou a cor dele, modificou a textura... Por causa da cor. E pelo fato da experiência anterior... Ah, com certo paralelismo, não modificou de cor, não mudou o peso. Modificou de cor, vai mudar, mais ou menos assim.*

E: *[Larga-se o lacre] Por que tu acha que não modificou o peso?*

CAO: *Por que eu não acho? Porque... Talvez porque não tenha evaporado nada, não se perdeu nada, só se misturou e se manteve o que tinha antes.*

Um fato curioso que se notou em alguns sujeitos classificados nessa categoria foi a manifestação que quantidades diferentes de líquidos poderiam manifestar efeitos diferentes:

*E: Eu queria saber o seguinte se tu acha que o que eu tô colocando aqui nesses vidrinhos, eles vão representar o que aconteceria se eu colocasse todo o líquido que tá na garrafinha em contato?*

*LUR (31): Eu acho que não. Eu acho que conforme a quantidade muda, eu acho, de repente, a velocidade, o efeito, pode mudar.*

### Categoria VII

Nesta categoria surgem explicações corpusculares e conservação da quantidade da matéria, ainda que de forma vacilante com relação à idéia de mistura e de conservação de quantidade da matéria em reações químicas.

*E: Tá, então eu vou pôr aqui [C e D] devagarinho... O que tá acontecendo?*

*LUI (20): Tá mudando de cor.*

*E: E essa cor tá vindo da onde?*

*LUI: Da mistura dos dois.*

*E: Essa cor é o quê?*

*LUI: Amarelo.*

*E: Mas é um líquido essa cor?*

*LUI: Sim! Pelo menos parece.*

*E: Tu falou que esse amarelo ele veio da mistura dos dois... Mas de que maneira veio da mistura dos dois?*

*LUI: Da reação química que aconteceu entre os dois quando os dois se misturaram.*

*E: Aí tinham dois líquidos incolores agora tem um líquido só amarelo?*

*LUI: ãhã. A menos que a gente espere, precipite e veja que são algumas particulazinhas sólidas amarelas.*

*E: E se forem algumas partículas sólidas amarelas como é que elas teriam surgido já que tinham dois líquidos?*

*LUI: Da mistura dos dois.*

- E: Mas aqui eu fiz a mistura de dois líquidos [A e B] e não surgiram sólidos.*
- LUI: Mas não eram os mesmos.*
- E: E por que esses líquidos formam, formariam esse sólido amarelo ou essa substância líquida amarela e esses dois líquidos não formam?*
- LUI: São líquidos diferentes.*
- E: E o que tem de diferente?*
- LUI: Composições químicas diferentes.*
- E: Como é que seria essa composição química, por que visualmente os quatro líquidos tu tinha me dito que eles eram iguais e eles eram parecidos. O que tornariam eles diferentes já que eles, visualmente, são tão parecidos?*
- LUI: Os elementos químicos, assim, ou tu quer mais? Eu acho que são os elementos químicos que eles são compostos.*
- E: E quando esses elementos químicos são postos em contato o que acontece?*
- LUI: Eles se misturam, tipo se era A e B aqui e aqui C e D vai ficar AC, BD ou... Enfim.*
- E: E por que pode acontecer essa modificação?*
- LUI: Porque as ligações entre eles se fizeram, fizeram de outra maneira.*
- E: E se eu soltar a balança agora, tu acha que vai ter mesmo peso que antes? Vai ser mais ou menos?*
- LUI: Não sei, mas talvez possa ter mais, né?! Eu acho que continua igual.*
- E: Por que tu acha que poderia ser mais?*
- LUI: Porque mudou a substância. Mas eu não sei se a densidade mudou também.*
- E: E se for um sólido aqui que tá, no caso, um pouco misturado e esperasse decantasse mais, tu acreditaria que mudaria o peso? Se fosse sólido?*
- LUI: Eu acho que não.*

- E: O que tu nota acontecendo?*
- SAM (20): Tá ficando amarelo.*
- E: E de onde é que está vindo esse amarelo?*
- SAM: Tu misturou alguma coisa que em contato deu uma reação química...*
- E: Mas eu tinha dois líquidos incolores, por que nessa reação química surge essa substância amarela?*
- SAM: Porque misturando mudou as características, tipo, não foi só a soma dos dois, entende? Os dois juntos formam uma outra substância, então acontece isso aí.*
- E: E como é que acontece a formação dessa outra substância?*
- SAM: Sei lá. Ocorrem reações químicas entre eles.*
- E: E o que tu tá entendendo por reação química?*
- SAM: Uh... não sei como explicar, uh... elas se dissociam e se juntam com outras e, enfim, essas coisas sabe? Às vezes quando tu coloca duas substâncias juntas, elas reagem e formam outra substância.*
- E: E por que acontece essa dissociação, essa junção?*
- SAM: Não sei.*
- E: Essa substância amarela ela te parece o quê? Te parece um líquido ou sólido?*
- SAM: Parece líquido.*
- E: Chega a notar alguma coisa no fundo ali?*
- SAM: Uhu. Sim, ela tá... tem particulazinhas nela, tipo um pó assim...*
- E: Uhu, esse pó é um sólido?*
- SAM: Sim, eu acho que sim.*
- E: E por que esse sólido foi parar embaixo do vidro?*
- SAM: Porque ele tem mais massa, é mais pesado do que o líquido.*
- E: E agora quando eu largar o lacre da balança vai modificar o peso? Vai ficar mais pesado, vai ficar mais leve, vai te a mesma massa?*
- SAM: Acho que vai ficar igual.*
- E: Uhu, mas eu tenho um sólido que ele tá se, se depositou lá embaixo e tu me disse que ele se depositou lá embaixo porque é*

*mais pesado, tu não acha que ele vai mudar a massa daí?*

*SAM: Ah, não sei porquê, mas eu acho que não.*

*E: Mudou a massa? Tá igual?*

*SAM: Eu acho que sim.*

*E: E por que continua igual?*

*SAM: Porque é a mesma coisa. Ele só modificou assim, mas é a mesma coisa. É... sei lá, só misturou as duas coisas, é a mesma quantidade que tem ali*

*E: Eu vou mergulhar o que tá em A com B e o que tu acha que vai acontecer?*

*ALN (22): Acho que elas vão se misturar!*

*E: Repara no que vai acontecer. Nota acontecendo alguma coisa?*

*ALN: Mmm... hum... Elas têm miscibilidades diferentes?*

*E: Por que tu acha que elas têm miscibilidades diferentes?*

*ALN: Porque elas não se misturam completamente. É como tu misturar álcool e água.*

*E: E como é que fica quando se mistura água com álcool?*

*ALN: Fica meio... Quando tu olha na... Quando fica meio nubladinho, assim.*

*E: E agora, ainda tá assim?*

*ALN: Não. Não.*

*E: Por que acabou esse nubladinho?*

*ALN: Hummm... Por causa da ponte de hidrogênio? Eu sei que existe, mas não sei o que é [Risos].*

*E: Por causa das pontes de hidrogênio? O que são pontes de hidrogênio?*

*ALN: E quando eu fiz vestibular a última vez, já forças de hidrogênio. Já não eram pontes de hidrogênio. Mas enfim... Não, eu acho que é por causa, sei lá, porque não tem outra coisa. Ah, tá. Primeiro contato, ele meio que empurra e o segundo se mistura? Não sei, acho que é isso.*

*E: E o que tem aqui dentro agora?*

- ALN: *Um líquido.*
- E: *Um líquido só?*
- ALN: *Um líquido só. É que tu não tem mais como separar. Acredito, pelo menos, aqui não. A não ser se eles tiverem pontos de ebulição diferentes.*
- [Colocam-se os líquidos C e D em contato].
- E: *Olha o que tá acontecendo?*
- ALN: *Ficou amarelo. Isso é tinta.*
- E: *Acha que parece uma tinta?*
- ALN: *Parece. Como é que faz ouro?*
- E: *Como é que faz ouro? [Risos]. Depois a gente conversa como se faz ouro. Esse amarelo que tá surgindo aí, tu disse que acha que pode ser tinta, como é que ele veio parar aí?*
- ALN: *Hã... através de uma... como é? Eu era tão boa nisso... é uma reação química, mas enfim, uma reação química que aconteceu. Dois líquidos se misturaram formando um terceiro.*
- E: *E tu acha que, então, esse amarelo é uma substância só? Pra ti parece como um líquido, um sólido?*
- ALN: *Uma substância meio leitosa.*
- E: *Por que é meio leitosa?*
- ALN: *Porque ela não é tão líquida quanto a água.*
- E: *E o que poderia fazer ela ficar leitosa?*
- ALN: *Bom, essa mesma reação. Ela me parece. Não, de repente... Ah, não é leitosa. Basicamente é o mesmo que a água. Mas olhando, ela parecia mais que a água.*
- E: *Tu acha que escorrendo assim fica na parede?*
- ALN: *É, ela tem umas partículas meio grandinhas que deixam resíduos.*
- E: *As partículas meio grandinhas são o quê? São líquidos também?*
- ALN: *Acho que não. Ela tá mais parecendo um pó do que um líquido. O amarelo, não necessariamente. Não necessariamente ele é líquido. Eu tô vendo que têm particulazinhas que não são líquidas.*
- E: *Mas antes eu tinha dois líquidos incolores, né, e agora foi ter essa coisa amarela. Por que surgiu esse amarelo?*

ALN: *Reações químicas. Eu não entendo muito de química, mas quando duas coisas se misturam podem dar uma terceira coisa que tu não, necessariamente, vai prever. E não necessariamente vai ser igual a primeira ou a segunda.*

E: *Mas o que poderia acontecer pra mudar as características?*

ALN: *[Risos] Agora eu sei como se sentem as minhas crianças quando eu faço perguntas absurdas pra elas.*

E: *Essas minhas perguntas são absurdas?*

ALN: *Claro que é! Como é que eu vou saber? Tu fez curso de química, eu não. Só dois anos. Não, eu não sei. Não tenho a menor idéia.*

E: *Mmm... hum...*

ALN: *Uma reação química. Pra mim o que aconteceu foi uma reação química.*

E: *E tu acha agora se eu liberar o lacre da balança? Vai continuar o mesmo peso, vai mudar? Vai aumentar? Vai diminuir?*

ALN: *Olha, espero que continue o mesmo. Acho que vai continuar o mesmo.*

E: *Por que tu espera, tu acha?*

ALN: *Porque eu nunca ouvi falar que alguma reação química pudesse aumentar o peso. Peso, pra mim, é massa vezes a gravidade. Não aumentou a massa!*

E: *Essa é a B e essa é A, né! Eu vou pôr essas duas em contato. O que tu pensa que vai acontecer?*

LAU (26): *Nada.*

E: *Nada assim?*

LAU: *Não, eu acho que vai acontecer alguma coisa porque tu tá me propondo de misturar, então, sei lá, uma deve evaporar alguma coisa assim.*

E: *Por que uma poderia evaporar?*

LAU: *Não sei, uma reação química. Não lembro assim, o mínimo eu estudei no colégio, não sei se pode acontecer coisa diversa. Não sei, uma coisa que vem na minha mente é alguma mudança de*

*estado. Ou evaporar ou ficar não sei exatamente o quê.*

*E: Tu nota alguma coisa acontecendo?*

*LAU: Ai, eu noto parece água e óleo. Parece que elas não se misturam. Estranho.*

*E: Água e óleo se misturam?*

*LAU: Água e óleo não, mas dá pra ver a outra substância entrando dentro dela.*

*E: Tinha uma substância entrando dentro da outra?*

*LAU: É, parecia quando tem fogo que às vezes tem a fumaça no fogo que turva, assim, a visão. Fica meio desfocado, mas agora elas se misturaram, ficaram homogêneas.*

*E: Por que uma substância teria entrado dentro da outra?*

*LAU: Talvez elas demorassem pra conseguirem se misturar, assim, sabe. Então, tipo se tu conhecendo uma coisa de, sei lá, talvez uma coisa até de organismo, assim sabe, alguém tá invadindo o teu espaço. Mas primeiro vai aparecendo. Legal, parece uma nuvenzinha.*

*E: O que essas substâncias teriam de diferente?*

*LAU: É, eu acho que elas são diferentes, não sei, são substâncias diferentes que de repente que, sei lá, têm princípios diferentes.*

*E: Tu pode me citar algum desses princípios diferentes que tu acha ou mais de um?*

*LAU: Ah, de repente, pensando assim em química, existem ligações em átomos e coisas diferentes que tão reagindo que tão... Ah... Não sei se eu me expressei bem.*

*E: O que tem dentro desse copinho aqui agora?*

*LAU: Não tenho nem idéia.*

*E: Tu acha que é uma outra coisa?*

*LAU: Acho que é uma outra coisa.*

*E: Formou uma outra substância aqui?*

*LAU: Pela impressão que eu tive, quando os dois tavam se misturando eu cheguei a uma conclusão que os dois eram coisas diferentes porque aconteceu alguma coisa então, daí, eu acredito que pra*



*eles ficarem homogêneos eles se misturaram e se transformaram numa nova substância. Pelo menos eu acredito, senão não teriam ficado homogêneos.*

*E: Seria então, como eu tenho A, B, C, D...*

*LAU: Seria E.*

*E: É uma outra substância nova? Não é A mais B?*

*LAU: Não.*

*E: [C e D] E eu vou te perguntar de novo, o que vai acontecer quando eu colocar essas duas substâncias em contato?*

*LAU: Eu acho que elas vão interagir, assim, vão reagir, vão fazer algumas coisa tipo aparecer espuma, uma nuvem ou vão... Acredito a mesma coisa que de repente vai ter uma fumaça. Então eu acho que elas vão reagir tentando formar uma terceira coisa.*

*E: Elas vão reagir tentando formar uma terceira coisa. Por que elas fariam isso?*

*LAU: Ah, porque geralmente quando tu põe A mais B vira outra coisa. Se tu põe sal e água vira salmonela [Risos].*

*E: O que tu acha, quando eu pôr as duas em contato, depois o que vai acontecer, vai modificar a massa? Vai continuar igual? Vai aumentar? Vai diminuir?*

*LAU: Acho que não, a princípio eu não pensaria que ele ia mudar. Imagino, sinceramente, imagino que ele já que está pesando não deve mudar o peso. Mas eu não consigo entender porque.  
[Colocam-se as substâncias em contato].*

*LAU: Ai, que legal! Elas vão se misturando meio como a outra, assim, uma demorando um pouquinho, mas, daí, vai mudando de cor e a consistência também, tá ficando mais grosso.*

*E: Da onde surge essa cor amarela?*

*LAU: Não tenho a mínima idéia. Acho que tem aquela coisa, né, quando tu, não sei, pode acontecer quando tu mistura uma coisa com outra, às vezes solta energia ou adquire energia. Não sei da onde é que essa cor...*

*E: Essa cor é energia?*

- LAU: *Não, não é energia, mas... Ai, não sei o que é que dá cor às coisas.*
- E: *Eu tinha duas substâncias incolores e coloquei as duas em contato e surgiu a cor amarela. Da onde é que saiu essa cor amarela? Tava dentro da, tava escondida no recipiente?*
- LAU: *Não, essa cor amarela é a terceira coisa que se formaram.*
- E: *Então o que eu tenho aqui dentro agora?*
- LAU: *Sei lá. Agora tu tem F.*
- E: *Essa cor amarela ela é o quê? É um sólido? É um líquido? É um gás? O que ela te parece?*
- LAU: *Ela tem uns pontinhos, né. Mas não é completamente homogênea.*
- E: *Tu nota alguma coisa no fundo do copo?*
- LAU: *Noto algumas coisinhas decantadas. É, ele tem um pózinho, assim, não ficou só um líquido.*
- E: *Então tem uma substância aí dentro ou tem mais de uma?*
- LAU: *Agora eu tô achando que têm duas. Eu acho que o amarelo é do pó.*
- E: *Quer dizer, se eu deixar parado o que tu acha que vai acontecer?*
- LAU: *Eu acho que o amarelo, o pózinho, vai se depositar todo com o tempo embaixo.*
- E: *E o líquido?*
- LAU: *O líquido vai ficar pra cima, limpo assim.*
- E: *Por que esse pó veio parar aqui embaixo? Por que esse sólido veio parar aqui embaixo?*
- LAU: *Porque ele é mais pesado, porque ele tem uma densidade maior. Talvez.*
- E: *Então quando eu soltar o lacre da balança o que tu acha que vai acontecer com a massa? Vai ficar igual? Ou vai ser maior ou vai ser menor?*
- LAU: *Acho que vai ser maior, porque quando tu misturou pareceu ser uma coisa mais cremosa assim. Geralmente a coisa mais cremosa é mais pesada.*
- E: *E por que vai ser maior a massa agora?*
- LAU: *Por isso, porque parece cremosa, mas na verdade eu tô pensando*

*agora que é impossível. Assim, tem a mesma coisa.*

*E: Sim, mas se eu tenho a mesma coisa por que essa coisa veio parar aqui embaixo?*

*LAU: Porque reagiu e fez outra coisa. Se tu juntar, sei lá, juntar cinquenta mL de água e cinquenta mL de álcool tu vai ter uma outra coisa, mas só que vão ser cem mL. Mas eu não sei a relação volume/peso, não sei. Eu acho que pode, acho que pode mudar o peso.*

### 3.2.2) Quarto estudo: reatividade de metais com água e soluções ácidas.

#### Categoria I

São características dessa categoria:

- A indiferenciação em relação às propriedades das substâncias, mesmo após a realização das reações.
- Não há conservação da quantidade de matéria na reação dos ácidos com os metais.
- A aceitação tanto das sugestões quanto das contra-sugestões feitas pelo entrevistador.

Novamente, a indiferenciação sobre o comportamento das substâncias, sobre a conservação de quantidade de matéria e a aceitação de sugestões e contra-sugestões é evidenciada nas reações de corrosão dos metais pelo ácido:

*E: Eu vou virar o líquido A sobre as fitinhas ali [aparas de cobre], o que tu achas que vai acontecer?*

*ROT (11,2): Nada.*

*E: Por que tu achas que não vai acontecer nada?*

*ROT: Não sei.*

*E: Quando eu virei o líquido A sobre o outro metal [fitas de magnésio] o que aconteceu? Tu acha que esse não vai acontecer nada também? Por quê?*

*ROT: [Silêncio].*

*E: Não sabe?*

*ROT: Não.*

*E: [Derruba-se o líquido sobre o material sólido] Aconteceu alguma*

*coisa?*

*ROT: Não.*

*E: E se eu largar ali o lacre tu acha que vai ficar o mesmo peso?*

*ROT: Vai ficar igual*

*E: E por que tu achas que vai ficar o mesmo peso?*

*ROT: Porque... porque tu, porque tu derramou o vidro ali dentro e ficou assim.*

*[...]*

*E: Agora vamos derrubar o líquido B sobre esses pedacinhos de metal, o que tu achas que vai acontecer?*

*ROT: Acho que não vai acontecer nada.*

*E: Ou tu achas que vai acontecer alguma coisa como aconteceu nesse aqui quando eu coloquei a mistura de A + B sobre o metal [fitas de magnésio]?*

*ROT: Acho que não vai acontecer nada.*

*E: O que tu notas acontecendo?*

*ROT: Que tão... que, que nem o outro, quando, quando tu colocou a fitinha de metal.*

*E: O que tu notas exatamente?*

*ROT: Tá se perdendo a cor.*

*E: Tá perdendo a cor? E tá ficando de que cor?*

*ROT: Meio cinza.*

*E: E tu notas algumas bolhinhas? O que são essas bolhinhas?*

*ROT: É o líquido B.*

*E: Ou tu achas que é o metal que tá, tá digamos assim fazendo essas bolhinhas é o metal que tá se desfazendo e tá virando um gás?*

*ROT: É o metal que tá se desfazendo e tá virando um gás.*

*E: Tem alguma corzinha que tu tá notando? Que cor tu tá notando?*

*ROT: Meio verde.*

*E: E essa cor da onde é que tá surgindo essa cor?*

*ROT: Do metal.*

*E: Tava dentro do metal essa cor? E daí ela tá largando essa cor?*

*ROT: Tava dentro do metal.*

- E: Mas o metal tá se desfazendo e tá ficando dessa cor ou o metal ele tá formando essas bolhinhas de gás e tá saindo?*
- ROT: O metal tá formando essas bolhinhas de gás e tá saindo [...]*
- E: Se eu largar ali o lacre tu achas que vai ficar o mesmo peso ou vai modificar o peso?*
- ROT: Vai modificar.*
- E: Tu achas que vai ser maior ou menor?*
- ROT: Maior.*
- E: Por que tu achas que vai ser maior?*
- ROT: Porque, porque o metal ele está se desfazendo a cor.*
- E: Ficou o mesmo peso?*
- ROT: Sim.*
- E: E por que ficou o mesmo peso?*
- ROT: Porque o metal tava soltando aquelas bolhinhas e daí... não sei.*

### Categoria II

São características dessa categoria:

- Os líquidos são supostos como diferentes porque estão em garrafas diferentes.
- Líquidos diferentes possuem propriedades diferentes quando colocados em contato com outras substâncias sólidas. Uma dessas propriedades pode ser a dissolução do sólido. Ou sua transformação em gás.
- A reação do ácido com os metais é interpretada por diferentes formas: dissolução, corrosão, etc. No entanto, não são dadas justificativas corpusculares.
- A substância azul-esverdeada que surge da adição de B (ácido nítrico) com as raspas de cobre é alguma coisa que já se encontrava escondida numa das duas substâncias. O mesmo acontecendo com o vapor acastanhado.
- A rapidez da reação é potencializada quando os líquidos são misturados, mesmo que se reconheça um dos líquidos da mistura de A+B como água<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> Isso aconteceria caso o ácido utilizado (ácido nítrico) fosse concentrado, no entanto como o ácido é diluído a adição de água diluirá o ácido, diminuindo seus efeitos. Não se imagina que os sujeitos que

- Não se manifestam compreensões corpusculares.
- Não há conservação da quantidade da matéria, porém isso se deve às características da transformação, pois na antecipação se chegou a supor a conservação dessa quantidade (cabe lembrar que o conjunto dessas transformações foi realizado após as reações relacionadas ao estudo IIa).

*ROD (13): Aqui na garrafa parecem iguais.*

*E: Eles te parecem iguais, mas tu achas que eles são iguais ou tu achas que eles são diferentes?*

*ROD: Eu acho que são diferentes.*

*E: Por que tu achas que eles são diferentes?*

*ROD: Ah, não sei, eu acho que umas podem fazer efeito e outras não, né?*

*E: Efeito com o quê, por exemplo?*

*ROD: Com este negocinho ali.*

*E: Uhhhh. Tu achas que se eu colocar esses líquidos, né, em contato com esses negocinhos, esses sólidos pode fazer efeito e outros podem não fazer nada?*

*ROD: É.*

*E: Esse efeito que tu falas, o que tu achas que pode ser esse efeito por exemplo?*

*ROD: Uhhh, eu não sei.*

Quando as fitas de magnésio são colocadas em contato com os líquidos A e A+B, o sujeito chega a supor que poderia haver a dissolução desse sólido, mas frente aos dados perceptivos indica que o material sólido estaria virando gasoso:

*EUG (11): Tá borbulhando.*

*E: Por que tá borbulhando?*

*EUG: A fitinha. Porque tá esquentando.*

*E: Essas borbulhas que deram, elas saíram da onde?*

*EUG: Do líquido.*

---

responderam as perguntas conheçam a idéia de potencialização do efeito de corrosão dos oxiácidos quando levemente diluídos em água.

- E:* *Sim mas, e o metal, tu ainda vê aí dentro do, do copo?*
- EUG:* *Não.*
- E:* *Pra onde é que ele foi?*
- EUG:* *Sumiu.*
- E:* *Desapareceu, deixou de existir?*
- EUG:* *Sim.*
- E:* *Ele sumiu? Não foi ele que virou gás?*
- EUG:* *Foi.*
- E:* *O metal virou gás?*
- EUG:* *Não, foi a água que, que com o metal virou gás. Fez o metal virar gás.*
- 
- E:* *O que tu acha que vai acontecer quando eu derramar o conteúdo desse copinho [A]?*
- ROD (13):* *Ahm, isso aqui? Vai dissolver o, aquele sólido?*
- E:* *Vai dissolver? Tu achas que vai dissolver?*
- ROD:* *A-ham.*
- E:* *Tu notas alguma coisa acontecendo?*
- ROD:* *Nada. Não fez nada por enquanto.*
- E:* *Não tem nada?*
- ROD:* *A-ham.*
- E:* *Por que tu achas que não fez nada?*
- ROD:* *Daí é porque um sólido que não ocorreu uma mistura, né? Porque aí não pôde dissolver esse negócio, o sólido.*
- E:* *E o que tu achas que pode ser o líquido A?*
- ROD:* *O A pode ser água. Eu acho, né?*
- E:* *Quando largar ali o lacre vai modificar o peso?*
- ROD:* *Ahhh, não eu acho que não.*
- [...]*
- E:* *O que tu achas que vai acontecer agora quando eu derramar o conteúdo desse líquido aqui, essa mistura de A com B, né?*
- ROD:* *Vai se modificar, né, ou pode dissolver ou pode também dar uma corzinha, né?*

- E: Por que tu achas que poderia dissolver ou dar uma cor?*
- ROD: Esse daqui é o produto já modificado, né, que já mexeu e já misturou, então ele já, esse daqui deve virar...*
- E: O que tu notas acontecendo?*
- ROD: Virando. O sólido virando um gás.*
- E: Ah, o sólido tá virando um gás?*
- ROD: É. Tá ficando gasoso.*
- E: Uhu, e por que o sólido tá virando gasoso?*
- ROD: Porque o líquido aí deve ser inflável..., inflamável.*
- E: Ah, o líquido é inflamável?*
- ROD: Ou então o sólido não agüenta esse tipo de líquido aí modificado.  
[...]*
- E: Como é que aconteceu, o que aconteceu pra ele virar gás esse sólido?*
- ROD: Sei lá, podia ter virado gás que num pode ter uma água e no outro podia ter um tipo de líquido que elimina o sólido, né, que faz se transformar em gás.*

A substância azul-esverdeada que surge da adição de B com as raspas de cobre é alguma coisa que já se encontrava escondida numa das duas substâncias:

- E: Tu já viu alguma coisa dessa cor assim?*
- EUG (11): Não. Ah, o metal tá, tá soltando farelinho. Tá se esfarelado, tá sendo corroído.*
- E: Então o metal depois de um tempo vai desaparecer, vai sumir?*
- EUG: Sim.*
- E: Ele vai sumir, vai desaparecer ou ele vai evaporar todo e vai sair todo com o gás só que tá mais devagar?*
- EUG: Vai sair com o gás como aqui só que devagar.*
- E: E por que vai ficar essa cor azulada aí no líquido? Ou esverdeado?*
- EUG: Porque o gás deixou o, a água deixou substâncias, tem substâncias que fazem corroer o metalzinho como cupim corrói a madeira.*



- E: E corroendo o metal o que acontece com o metal? Ele vira gás?*
- EUG: Não.*
- E: Quando esse líquido corrói o metal o que ele faz com o metal?*
- EUG: Ele apodrece com o metal.*
- E: E apodrecendo acontece o que com o metal?*
- EUG: Não faço idéia.*
- E: Ele vira líquido?*
- EUG: Vira gás.*
- 
- E: Vou pegar o conjunto 2, tá? Eu vou derramar agora o líquido sobre essas limalhazinhas de metal. O que tu achas que vai acontecer?*
- ROD (13): Vão dissolver ou vão mudar de cor.*
- E: Tu notas alguma coisa acontecendo?*
- ROD: Sim. Saindo fumaça aí, né, fumacinha e vai ficar mudando de cor.*
- E: Essa fumacinha é o metal tá se transformando em gás?*
- ROD: U-hum.*
- E: E a cor é o quê?*
- ROD: É esverdeada.*
- E: E de onde é que sai essa cor esverdeada?*
- ROD: Sai do, sai da, do negocinho aqui, do metalzinho.*
- E: Sai de dentro do metalzinho?*
- ROD: É, com a mistura do líquido B.*
- Tinha uma cor dentro do metalzinho?*
- ROD: Uhm-uhm, pelo que eu vi aqui não tinha nada.*
- E: Sim, mas então como é que surge essa cor azul aí, ou verde, esverdeada?*
- ROD: Por causa do líquido B, né, que...*
- E: Tinha alguma coisa dentro dele, uma substância colorante?*
- ROD: A-ham. Naquele outro ali a gente viu gás, gasoso, né?*
- E: Tu achas que essa cor que tá saindo aqui que é esverdeada ela acontece mais ou menos que nem tu disse que acontecia aqui [Estudo 1], que tinha um corante dentro que a gente não*

*conseguia ver e quando colocasse os dois aparecia essa cor?*

*ROD: U-hum. Só que daquele ali tava ficando esverdeado e esse daqui amarelinho.*

*E: Então embora eu não veja, aqui dentro tem alguma coisa que me permite depois fazer essa cor azul aparecer?*

*ROD: A-ham.*

Não há conservação da quantidade da matéria, porém isso se deve às características da transformação, pois na antecipação se chegou a supor a conservação dessa quantidade:

*ROD (13): Eu acho que agora vai modificar o peso.*

*E: Tu acha que vai modificar o peso que vai ser maior ou vai ser menor?*

*ROD: Vai ser menor. Porque o gás foi disso, porque o sólido foi dissolvido, né? Pode dar um pouquinho menos de peso.*

*E: [Retira o lacre da balança] Modificou o peso?*

*ROD: Ahh, mesma coisa.*

*E: Por que tu achas que deu a mesma coisa, então?*

*ROD: Porque eu acho que o sólido, uma parte virou água e outra virou gás, né?*

*E: Uma parte do sólido virou água?*

*ROD: É.*

*E: Então tem um pouco de sólido aqui dentro ainda?*

*ROD: É, eu acho que tem.*

*E: Mas eu não consigo enxergar?*

*ROD: É, ele tá incolor.*

*E: Ele virou água?*

*ROD: É, virou água.*

As propriedades dos líquidos frente aos sólidos servem de indicação para a identificação das substâncias líquidas:

*E: Que tu achas que pode ser essa substância B?*

*ROD (13): Pode ser um... negócio que pode dar gases assim. Pode provocar*

*gás numa substância.*

*E: U-hum. E o que achas que pode ser isso?*

*ROD: Ácido.*

*E: E se o B pode ser uma substância ácida, né. O A com o B seria o quê?*

*ROD: Seria ácido.*

*E: Um ácido também?*

*ROD: U-hum.*

A comparação entre a rapidez das reações dos dois metais frente às soluções ácidas permite inferir sobre o entendimento que os sujeitos fazem de misturas:

*E: Esse ácido que tá aqui dentro do copinho, o ácido B, ele é mais forte que esse ácido que tá aqui A + B?*

*ROD (13): Esse daqui [A+B] é mais forte, né?*

*E: Por que esse ácido aqui é mais forte?*

*ROD: Porque colocou ali, né, que vai ocorrer mais rápido fazendo um gás. E esse daqui tá demorando um pouquinho pra virar gás e dissolver.*

*E: Isso que tá acontecendo aqui, tá acontecendo, é, na mesma velocidade que tava acontecendo a outra?*

*[...]*

*E: Por que essa [A+B] foi mais rápida que essa [B]?*

*ROD: Porque essa daqui [A+B] tinha gás e o gás vai rápido, né? Evaporou.*

*E: Sim, mas saiu gás da onde aqui?*

*ROD: Do... do liquidozinho do A e com o B, né?*

*E: O gás saiu do A com B? Não foi o metal que virou gás?*

*ROD: O metal virou gás, mas quem provocou isso foi o A e o B.*

*[...]*

*E: E aqui [B com cobre] o metal tá virando gás também?*

*ROD: Não, aqui o metal tá mudando de cor.*

*E: A mudança de cor é o próprio metal?*

*ROD: É o metal com a mistura do B, do negócio B.*

- E:* *Tá e não tá saindo gás daí, então?*
- ROD:* *Então, não tá saindo gás.*
- E:* *Por que as bolinhas que tu tá vendo? São o quê?*
- ROD:* *Parece, parece.... parece refrigerante, né? Bolinha com gás.*
- E:* *U-hum, então tá saindo gás daí?*
- ROD:* *É, tá saindo gás dali dentro e daqui não, aqui fora é gasoso.*
- E:* *Sim, mas esse gás que tá saindo aqui, né, ele tá saindo mais rápido ou mais devagar que ali?*
- ROD:* *Mais devagar.*
- E:* *E por que esse gás aqui tá saindo mais devagar?*
- ROD:* *Porque é só com o B, né? A outra foi com o A e o B.*

### Categoria III

Em geral, mantém-se a mesma característica da categoria II, entretanto se faz uso de noções de substância, apelando-se à idéia que substâncias diferentes possuem comportamentos diferentes quando colocadas em contato com uma terceira substância, como os materiais metálicos utilizados nessa pesquisa.

Essa categoria é semelhante à categoria seguinte, mas elas diferem na concepção que os sujeitos têm da rapidez das reações entre os metais e as soluções ácidas. Nesta categoria, manifesta-se que a diferença de rapidez é devido às soluções serem diferentes. Apesar dos sujeitos reconhecerem a solução A como sendo água, devido a sua característica inerte frente aos metais, eles justificam que a reação do magnésio com a solução A+B é mais rápida devido a uma potencialização que a solução A (água) teria junto à solução B (ácido nítrico). Ou seja, os sujeitos que manifestam esse pensamento não levam em consideração a diluição do ácido na água, que provocaria uma mitigação do efeito de corrosão da solução ácida<sup>12</sup>.

A atribuição do comportamento diferenciado às quatro soluções é que as torna diferentes:

- E:* *Tu olhando, assim, pros líquidos que estão nessas garrafas, esses líquidos te parecem iguais ou te parecem diferentes?*
- JES (12,9):* *Iguais.*

---

<sup>12</sup> Ver nota de rodapé 11, nas páginas 244 e 245.

- E: Por que eles te parecem iguais?*
- JES: Pela mesma polaridade, sei lá, de repente pelo cheiro pode mudar até. Não sinto cheiro, mas é isso.*
- E: Apesar deles te parecerem iguais, tu acha que eles são líquidos iguais ou tu acha que são líquidos diferentes?*
- JES: Eu acho que são diferentes, mas... Pelo jeito é igual.*
- E: Por que tu acha que eles são diferentes?*
- JES: De repente por lógica.*
- E: Como assim, por lógica?*
- JES: Porque cada um faz uma experiência, tipo assim.*
- E: Como assim, tipo uma experiência?*
- JES: Cada um vai entrar em contato com um ali?*
- E: Sim.*
- JES: Ai, de repente, o líquido tem que ser diferente pra quando entrar em contato surgir um efeito.*
- E: E apesar deles te parecerem iguais, né, e tu achar que eles são diferentes por que eles podem ser diferentes e parecerem iguais?*
- JES: Mmmm... Não sei.*
- E: Esses líquidos que estão nas garrafas eles te parecem iguais ou parecem diferentes?*
- LUC (15): Igual.*
- E: E tu acha que esses líquidos são iguais ou tu acha que eles são diferentes?*
- LUC: São diferentes, né! [Risos]. Mas parecem iguais, mas são diferentes.*
- E: Mas apesar deles te parecerem iguais por que tu acha que eles podem ser diferentes?*
- LUC: Sei lá, eu acho que tu não teria separado em A, B.*
- E: Como é que tu acha que eu poderia fazer ou como é que tu acha que poderia se fazer pra comprovar que eles são diferentes com as coisas que a gente tem aqui em cima da mesa?*
- LUC: Mmm... [Silêncio].*

*E: Não tem idéia?*

*LUC: Não. E esses negócios aí que eu não sei o que é?*

*E: Esses dois aqui [os metais]?*

*LUC: É.*

*[...]*

*E: Eu te perguntei sobre esses líquidos, né, como é que tu poderia determinar se eles são diferentes aí tu me pediu pra ver essa substância sólida, tu acha que poderia acontecer alguma coisa?*

*LUC: Jogar dentro dos líquidos e ver o que é que dá!*

Entretanto, a grande novidade dessa categoria é considerar o comportamento inerte da água frente os metais. Porém, não se faz uso de idéias corpusculares.

Portanto, líquidos diferentes possuem propriedades diferentes quando colocados em contato com outras substâncias sólidas. Em relação ao desaparecimento dois metais, os sujeitos dessa categoria ainda possuem dificuldades, apelando às idéias de dissolução do material sólido ou de sua transformação em gás ou em líquido:

*E: Eu vou pegar e vou derrubar o líquido [A] sobre a fita metálica [magnésio]. O que tu acha que pode acontecer?*

*JES (12,9): Não tenho nem idéia.*

*E: Tá bom. Nota alguma coisa acontecendo?*

*JES: Não tô vendo nada.*

*E: Se eu largar ali o lacre tu acha que vai modificar o peso?*

*JES: Não.*

*E: [Larga-se o lacre] Modificou?*

*JES: Não.*

*E: Que líquido tu acha que pode ser o líquido A?*

*JES: Água normal.*

*E: Por que tu acha que pode ser água?*

*JES: Não aconteceu nada entrando em contato com a outra substância e agora tá acontecendo a mesma coisa [refere-se ao estudo IIa].*

*E: Mas na outra substância tu disse que o A com o B formou uma nova substância...*

*JES: Sim.*

- E: *Então tu fala que não aconteceu nada como esse aqui que ficou amarelo, é isso?*
- JES: *Sim.*  
*[...]*
- E: *E quando eu derrubar esse vidro agora, esse líquido [A+B] sobre essa lâmina, essa fita de metal, o que tu acha que pode acontecer?*
- JES: *Nada... Também não tenho idéia.*
- E: *Tu acha que nesse não aconteceu nada e nesse não vai acontecer nada?*
- JES: *De repente pode ser outra coisa, mas acho que não.*
- E: *Vamos ver... O que tu nota acontecendo?*
- JES: *Efervescente, tipo uma coisa efervescente. Sumiu o metal agora.*
- E: *Ele desapareceu? Deixou de existir? Não existe mais o metal?*
- JES: *Não.*
- E: *Essa coisa que tu viu efervescendo aqui..., era o metal que tava borbulhando e virando gás?*
- JES: *Não era o metal, porque eu acho que o metal não pode acontecer isso.*
- E: *O que tu acha que aconteceu com aquela coisa ali, ela efervesceu e aí aconteceu o que com ela?*
- JES: *Ela desmanchou. Ou a substância que ela contém, ela efervesceu.*
- E: *Desmanchou?*
- JES: *Como se fosse um pózinho.*
- E: *E daí ela desmancha e acontece o que com ela?*
- JES: *Se mistura com a água, eu acho.*
- E: *Ah, se misturou com o líquido?*
- JES: *Sim. Só que efervesceu. No caso, do contato dos dois ela efervesceu e virou pó.*
- E: *E tu viu algum gás se formando, alguma coisa ali? Um vaporzinho, um gás se formando?*
- JES: *Sim.*
- E: *Esse vapor que tu viu ele saiu da onde?*
- JES: *Não tenho idéia.*

- E: De dentro da substância sólida ou de dentro do líquido?*
- JES: Não sei.*
- E: Ou do contato com os dois?*
- JES: Do contato com os dois.*
- E: Ai, o contato do líquido com a substância sólida fez sair o gás, é isso?*
- JES: Sim.*
- E: E o sólido, tu falou que se desmanchou e ficou no líquido?*
- JES: Ah-ham. Ou de repente subiu com o gás.*
- E: Tem uma coisa que eu não tô entendendo. Tu acha que essa fita, essa fita dessa substância que tu achou que era metal agora tu acha que não pode ser mais metal por que o metal efervesceria, é isso?*
- JES: É. Depende, de repente é uma substância que pode fazer isso com o metal.*
- E: Mmmm... Mas é isso que eu não, esse fazer isso que eu não entendi. Essa fita, por exemplo de metal, ela virou gás ou ela se separou e tá dentro do líquido agora?*
- JES: Ela virou um gás.*
- E: Ela virou um gás. Ela não tá separada dentro do líquido?*
- JES: Não.*
- E: Por que tu acha que ela virou gás?*
- JES: Porque não mudou nada na substância aquela. É A e B, né?*
- E: Sim.*
- JES: Não muda nada*
- E: Quer dizer, não mudou nada assim, como assim? Não mudou de cor, continua da mesma cor, é isso?*
- JES: Sim.*
- E: Por que ela continua da mesma cor não mudou nada, é isso?*
- JES: Sim.*
- E: Quando tu fala, por exemplo, esse negócio de efervescente, por exemplo, quando eu pego uma vitamina C efervescente o líquido lá fica laranja e é por isso que eu sei que a pastilha efervescente*



*tá no líquido?*

*JES: É mais ou menos isso.*

*E: Agora se eu pegasse, por exemplo, uma dessas pastilhas efervescentes que é branca, né, que eu coloco no líquido e o líquido não muda de cor, mas aquela coisa da pastilha efervescente ela tá dentro do líquido ou não?*

*JES: Tá.*

*E: Mas eu não consigo enxergar...*

*JES: Mmm...*

*E: E aqui o que tu acha que aconteceu? Essa fitinha de metal virou gás ou ela se separou e tá dentro do líquido?*

*JES: Eu acho que ela virou gás.*

*E: Quando eu largar o lacre ali da balança tu acha que o peso vai mudar ou vai continuar o mesmo?*

*JES: Continuar o mesmo.*

*E: Por que tu acha que vai continuar o mesmo?*

*JES: Porque aquele metal, ou até baixar, porque aquele metal, no caso, virou gás.*

*E: [Larga-se o lacre] Modificou o peso?*

*JES: Não.*

*E: Por que tu acha que não modificou o peso?*

*JES: Não sei.*

*E: Tá igual [a massa do conjunto contendo o líquido A e a fita de magnésio, já postos em contato]. O que tu acha que pode ser o líquido A?*

*LUC (15): Água.*

*E: Por que tu acha que pode ser água?*

*LUC: Ele é transparente, o negócio tá boiando. Acho que é água.  
[...]*

*E: O que tu acha que vai acontecer agora quando eu virar esse conteúdo de A com B sobre a fita metálica?*

*LUC: Acho que a fita vai afundar.*

- E: [Colocam-se as substâncias em contato] *O que tu nota acontecendo?*
- LUC: *Mudou de cor, encolheu.*
- E: *Tá encolhendo? Cadê a fita metálica?*
- LUC: *Sumiu.*
- E: *Sumiu? Deixou de existir?*
- LUC: [Silêncio] *Sumiu, né...*
- E: *Desapareceu? Não tá mais aí dentro?*
- LUC: *Ela virou líquido, eu acho.*
- E: *Por que tu acha que ela pode ter virado líquido?*
- LUC: *Acho que é por causa dessa mistura aí que tu fez, não sei.*
- E: *E o que essa mistura teria que poderia fazer com que essa fitinha ter virado líquido?*
- LUC: [Silêncio]
- E: *Tu viu meio que efervescendo com gás?*
- LUC: *Sim...*
- E: *Tu acha que ela poderia ter virado um gás?*
- LUC: *Acho que pode também ter virado.*
- E: *Tu acha que ela virou um gás ou tu acha que ela virou um líquido?*
- LUC: *Virou um gás.*
- E: *E por que aqui ela não virou gás quando eu coloquei o líquido A?*
- LUC: *Aqui tem só o A. Deve ter alguma coisa no A, no B... que misturou e daí fez isso.*
- E: *E o que poderia ter que poderia...*
- LUC: *Não sei o que tem aí.*
- E: *Tu nota alguma coisa acontecendo [magnésio com mistura de A+B]?*
- PLI (12): *Noto. A lâmina, que eu disse, tá mudando de cor. Tá se dissolvendo.*
- E: *Tá se dissolvendo?*
- PLI: *É.*

- E:* Ela tá se dissolvendo num gás ou ela tá se dissolvendo num líquido?
- PLI:* Num gás.
- E:* Ela virou um gás? Tem alguma coisa ali dentro da lâmina?
- PLI:* Não.
- E:* Por que tu acha que ela virou toda um gás?
- PLI:* Porque tá... Como é que é... Embaçado.
- E:* Embaçado o vidro?
- PLI:* Isso.
- E:* Então, por que tu acha que ela pode ter virado um gás? Esse líquido tem alguma coisa que faz ela virar um gás?
- PLI:* Pode ser.
- E:* O que tu acha que pode ser esse líquido?
- PLI:* Um ácido?!
- E:* Por que tu acha que pode ser um ácido?
- PLI:* Vai derreter...
- E:* Onde é que tu já viu usar ácido?
- PLI:* Não sei, né. Não me ocorre nenhuma idéia.
- E:* Tem ácido na tua casa, em algum lugar na tua casa? No carro a gente coloca em algum lugar?
- PLI:* Não sei.
- E:* E da onde é que tu conhece ácido?
- PLI:* Já vi.
- E:* Já viu no quê? Filme ou alguma coisa assim?
- PLI:* É.
- E:* E o ácido que tu viu o que ele fazia?
- PLI:* Derretia.
- [...]
- E:* Tu acha que, agora [cobre com A] vai acontecer a mesma coisa?
- PLI:* Pode ser.
- E:* E o que aconteceu aqui?
- PLI:* Ah... Não aconteceu nada.
- E:* [Colocam-se as substâncias em contato] Nota alguma coisa

*acontecendo?*

*PLI: Não.*

*E: Por que tu acha que não tá acontecendo nada?*

*PLI: Eu não tô vendo nada diferente.*

*E: Então por que tu acha que não tá acontecendo nada diferente?*

*PLI: Porque é igual a esse.*

*[...]*

*E: O que tu acha que pode ser a substância A?*

*PLI: Água.*

*E: Por que tu acha que pode ser água?*

*PLI: Porque não acontece nada.*

*E: E por que tu acha que com a água não acontece nada?*

*PLI: Ah, depende.*

*E: Depende do quê?*

*PLI: Ah... Do primeiro [apontando o metal].*

*E: O que tu acha que vai acontecer quando eu colocar o líquido [A] em contato com a fitinha de metal?*

*RAU (15): Mmm... Como aí é água acho que não teria efeito nenhum o que poderia mudar seria no peso, aumentar, não sei, mas eu acho que no outro frasco se tu colocasse poderia haver uma mudança.*

*E: Por que tu acha que o A é água?*

*RAU: Não só pelo fato de ter cheiro d'água, mas pela aparência assim dela. Até mesmo porque nos outros copos, nos outros frascos, nas garrafinhas tem uma quantidade menor do que seria o líquido que tu misturasse aumentaria.*

*E: Nota alguma coisa aparecendo?*

*RAU: Não.*

*E: Quer ver se modificou o peso... Mudou o peso?*

*RAU: [Solta o lacre] Não.*

*[...]*

*E: Vou derrubar B como eu derrubei ali [A]. Tu acha que vai acontecer alguma coisa?*

- RAU: *Não sei. Depende do líquido B. Pode ser que aconteça.*
- E: *O que tu acha que pode acontecer?*
- RAU: *Mmmm... Alguma coisa com o metal. Ou pode pesar mais.*
- E: *[Derruba-se o líquido sobre o metal] O que tu nota acontecendo?*
- RAU: *Gás!*
- E: *Esse gás sai da onde?*
- RAU: *Esse gás não é o que tem no B?*
- E: *É o que tá dentro do B? Esse gás tá dentro do B e tu acha que tá saindo?*
- RAU: *É. Tá saindo de B.*
- E: *E o que tá acontecendo com o metal? Com a fitinha de metal?*
- RAU: *Tá queimando.*
- E: *Tá queimando como?*
- RAU: *Tá sumindo. Tá virando gás.*
- E: *Sim, mas é a fitinha que tá virando gás ou a coisa que tava dentro da água que saiu gás que tava dentro da água, do líquido?*
- RAU: *Não, o que sai é o que tá dentro do líquido.*
- E: *O gás que sai tá dentro do líquido?*
- RAU: *É.*
- E: *E o que aconteceu com a fitinha de metal?*
- RAU: *Evaporou. Sumiu.*
- E: *Sumiu? Deixou de existir?*
- RAU: *Não, não deixou de existir, ela virou gás.*
- E: *E então...*
- RAU: *Ela virou uma substância.*
- E: *São dois gases, um que tava dentro da água e outro que o metal que virou gás?*
- RAU: *Eu acho que sim... Mas sumir ele não sumiu!*
- E: *Esse gás foi pra onde?*
- RAU: *[Silêncio].*
- E: *Ele ficou na água ou ele foi pra fora do tubo?*
- RAU: *Não, ele foi pra fora do tubo que dá pra ver que ele tá evaporando, tá pegando na...*

- E: E por que o gás saiu pra fora do tubo?*
- RAU: Virou ar!*
- E: Por que o ar sai pra fora do tubo?*
- RAU: Ah, não sei explicar.*
- E: Se eu largar lá o lacre agora tu acha que o peso vai ser maior ou vai ser menor?*
- RAU: Eu acho que vai ser a mesma coisa. Não vai mudar.*
- E: Por que tu acha que não vai mudar?*
- RAU: Porque ele já tá igual.*
- E: Como assim igual?*
- RAU: Ele tá sem o metal... Ah, pelo fato dele estar sem o metal ele pode ter diminuído... A não ser que aquele metalzinho não faça tanta diferença assim.*
- E: [Larga-se o lacre]. Mudou o peso?*
- RAU: Não, diminuiu muito pouquinho.*
- E: Por que tu acha que o peso ficou praticamente igual?*
- RAU: Porque vai ver o metalzinho não causava muita diferença.*

A diferença de rapidez da reação pode ser interpretada em relação à mistura dos líquidos A e B que potencializariam os efeitos, mesmo que se reconheça um desses líquidos como água:

- E: Por que esse aqui [cobre] tá acontecendo mais lento que o outro [magnésio]?*
- PLI (12): Porque a B é mais faca que a X [A+B].*
- E: E por que a B é mais faca que a X?*
- PLI: Porque ela tá combinada.*
- E: Tá combinada?! Mas o A fazia algum efeito?*
- PLI: Não, mas podia ajudar a dissolver melhor.*
- E: Podia ajudar a dissolver melhor o metal?*
- PLI: Sim.*
- E: O que tu acha que vai acontecer então quando eu colocar o líquido B em contato com a outra barra de metal [cobre]?*

- LUC (15): *Acho que vai acontecer que nem aquele outro lá. Sumir o metal.*
- E: *E tu acha que vai sumir mais rápido que aquele ali ou mais de vagar que aquele ali?*
- LUC: *Mais rápido.*
- E: *Por que tu acha que é mais rápido?*
- LUC: *Porque é só ele, é só o B.*
- E: [Colocam-se as substâncias em contato]
- LUC: *A de A com B foi mais rápido.*
- E: *Por que a mistura de A com B foi mais rápida que o B?*
- LUC: *Tu colocou os dois juntos e sumiu na hora assim e com esse tá bem na manha.*
- E: *E por que tu acha que acontece essa diferença de velocidade?*
- LUC: *Ah, os dois tavam juntos antes e foi mais rápido. Tá mudando de cor...*
- E: *O que tá mudando de cor?*
- LUC: *O líquido.*
- E: *Que cor tá ficando?*
- LUC: *Azul. Azul, verde.*
- E: *Esse verde azulado ou esse azul esverdeado vem da onde?*
- LUC: *Vem de dentro daqueles coisinhas de metal.*
- E: *Tava dentro do metal e ele tá largando?*
- LUC: *Não, acho que é com o líquido que aconteceu alguma coisa.*
- E: *É o líquido que tá ficando verde? É o metal que tá ficando verde ou é um quando tá em contato com o outro que fica verde?*
- LUC: *Acho que quando tá em contato, eu acho.*
- E: *Acontece uma mistura com os dois?*
- LUC: *Pode ser.*
- E: *Como seria essa mistura com os dois?*
- LUC: *Não sei.*
- E: *Nota algumas bolhinhas?*
- LUC: *Uh-hum.*
- E: *O que são essas bolhinhas que tu nota?*
- LUC: *Líquido fervendo assim. Tá sumindo ali.*

- E: O que tá sumindo é o líquido ou é o metal?*
- LUC: É o metal.*
- E: E por que o metal tá sumindo?*
- LUC: Por causa do líquido.*
- E: E essas bolhinhas que tu nota é o metal que tá virando gás?*
- LUC: Eu acho que é o metal que tá virando gás.*
- E: Tu consegue ver em cima da chapinha de metal a cor se formando? Por que a cor ela forma junto do metal?*
- LUC: [Silêncio]*
- E: Ela sai de dentro do metal?*
- LUC: Ah-ham, eu acho que é. Acho que tá dentro do metal.*
- E: Essa cor que tá saindo do metal tá saindo um líquido do metal?*
- LUC: Tipo um pózinho.*
- E: Tu acha que o que, então, que uma parte do metal tá virando gás e uma parte do metal tá saindo um pózinho que tá colorindo o líquido?*
- LUC: Acho que tá colorindo só isso aí a água. Tá colorindo a água, não tá saindo de nenhum lugar.*
- E: Mas por que quando a gente colocou, por exemplo, nesse líquido A que achava que era água não aconteceu nada e nesse tá acontecendo isso aí? O que tu acha que pode ser o líquido B?*
- LUC: Não sei.*
- E: Tu acha que pode ser um álcool o líquido B?*
- LUC: Pode ser também, alguma coisa assim. Coisa do tipo.*
- E: Tu acha que pode ser um ácido?*
- LUC: Até pode também.*
- E: Tu acha que pode ser um óleo?*
- LUC: Não.*
- E: Mas álcool ou um ácido tu acha que pode?*
- LUC: Pode ter sido um ácido ou uma coisa assim.*
- E: Por que tu acha que pode ser um ácido?*
- LUC: Porque tá se desmanchando, né.*
- E: E o que o ácido teria que poderia fazer o metal se desmanchar?*



- LUC: *Sei lá. O peso... Alguma coisa que tá derretendo o metalzinho.*
- E: *Por que o ácido derrete o metal?*
- LUC: *Sei lá!*
- E: *Mas quando o ácido derrete o metal o metal vai ficar líquido ou vai virar um gás?*
- LUC: *Vai ficar líquido.*  
[...]
- E: *Bom, o que tu acha que pode ser a substância B mesmo?*
- LUC: *Tipo um ácido.*
- E: *Que o ácido tem que pode fazer isso acontecer com o metal?*
- LUC: *Ah, eteno, buteno... Sei lá, que ajuda a se desmanchar.*
- E: *Um rapaz que eu entrevistei me disse que um ácido pode ser tipo um ímã que vai aos poucos roubando os pedacinhos do metal, né, e vai fazendo o metal se separar. Tu acha que é isso?*
- LUC: *Pode ser.*
- E: *Outro disse que o metal ele pode ter tipo umas cunhas, umas agulhas que vai entrando, penetrando, penetrando dentro da fita metálica ou dentro dos pedacinhos de metal e vai fazendo ele se separar. Tu acha que também pode ser isso?*
- LUC: *Não. Acho que é o negócio do ímã mesmo.*

Mas, há, também, quem chegue a manifestar que as diferenças de rapidez seriam devidas às características dos metais que participam da reação:

- E: *Em relação a esse aqui tu nota alguma coisa não além da cor ou uma outra diferença entre os dois [experimentos]?*
- JES (12,9): *Aqui ele [cobre com solução B] demorou mais, demorou menos pra... efervescer e tudo.*
- E: *Por que esse aqui tá demorando mais?*
- JES: *A substância é mais pesada.*
- E: *Ah, por que o líquido é mais pesado e faz com que demore mais, é isso?*
- JES: *Não, pelo metal, o cobre, ser mais pesado.*
- E: *E agora quando eu largar o lacre ali o peso vai ser o mesmo ou*

*vai modificar o peso?*

*JES: Eu acho que vai ser o mesmo.*

*E: [Verifica-se a massa]. Por que tu acha que ficou o mesmo peso?*

*JES: Porque ele foi, ele ficou na água do...*

*E: O metal ficou na água?*

*JES: Da substância.*

*E: Tu nota alguma outra cor além do azul, do verde?*

*JES: Um amarelado.*

*E: O que é esse amarelado? É um líquido? É um gás?*

*JES: É um gás.*

*E: Esse gás amarelado é as bolhinhas que estão se formando no metal vão liberando esse gás amarelado?*

*JES: Do contato dos dois seria?!*

*E: Do contato dos dois se forma esse gás amarelado?*

*JES: Sim.*

*E: E o azul é uma parte do metal que tá...*

*JES: Se desmanchando.*

*E: Mas é tudo o metal ou é só uma parte dele?*

*JES: Uma parte dele. Porque esse amarelado seria até do mesmo tom do que o do cobre, do metal.*

*E: E quando eu virar agora [B sobre as aparas de cobre] o que tu acha que vai acontecer?*

*RAU (15): Ela pode até pesar menos pelo fato dela estar espalhada e pegando no metal e saindo ar com ela pode tá pesando mais porque ela pesou mais aquela hora por causa do B.*

*E: [Verte-se o líquido sobre o metal] Tu nota alguma coisa acontecendo?*

*RAU: Noto! Tá indo bem mais devagar, esse metal tá diminuindo bem mais devagar.*

*E: Por que tá mais devagar?*

*RAU: Mesmo porque... Tá saindo a cor também. Esse gás é diferente, a cor é azul.*

- E: *O que é azul é o gás?*
- RAU: *Não, o gás continua sendo transparente, tô dizendo o que é azul é aquele pózinho ali que eu não sei se é o gás. Não é o gás!... Eu não sei o que é que é.*
- E: *Da onde é que surge esse azul?*
- RAU: *Das substâncias que tã no B.*
- E: *Ah, de dentro do B? Tá dentro do líquido?*
- RAU: *É.*
- E: *Então, tem alguma coisa dentro do líquido que é azul e quando entra em contato com o metal sai?*
- RAU: *Isso.*
- E: *É tipo uma tinta, alguma coisa assim?*
- RAU: *Aí, isso eu não sei, mas não... Parece que esse pózinho sai do metal mesmo.*
- E: *O pózinho sai do metal ou sai do líquido?*
- RAU: *Não, ele sai do líquido só é que a impressão que dá é de que ele sai do metal.*
- E: *Se eu misturar... Olha só o que tá acontecendo com o líquido.*
- RAU: *Ele tá ficando com uma cor diferente...*
- E: *Qual é a cor do líquido agora?*
- RAU: *Não é azul. [Silêncio] É azul!*
- E: *E por que o líquido tá ficando azul?*
- RAU: *Tu misturou! Então não é do metal.*
- E: *É do líquido?*
- RAU: *É do líquido.*
- E: *Por que tá... Tu falou que esse parecia que tá mais devagar que o outro, né?*
- RAU: *É, eu achei que tá demorando mais que o outro metal, por quê?*
- E: *Por que o outro foi mais rápido?*
- RAU: *Não sei. Eu pensei que esse daqui fosse ir mais rápido por ser menor, mas... [Silêncio] Mas esse metal tem alguma coisa de diferente daquele que...*
- E: *É o metal que faz a diferença do fato de ser mais rápido ou mais*

*devagar?*

*RAU: Não, é o líquido porque ali foi uma mistura de A, da água com o B e aqui não foi o B direto.*

*E: Em qual ficou mais forte?*

*RAU: O B direto.*

*E: O B direto ficou mais forte, mas por que tá mais lento então?*

*RAU: ãh...?*

*E: Aqui tá o B direto, né, lá é A mais B. E aqui é o B direto e tá mais rápido ou mais devagar que antes?*

*RAU: Mais devagar.*

*E: E por que aqui tá mais devagar?*

*RAU: Porque aqui tá só o B não tá o A misturado. Por que a água tem um efeito maior com o líquido B.*

*E: Com A fica mais forte, fica mais rápido?*

*RAU: É.*

#### Categoria IV

Basicamente, mantêm-se as mesmas características da categoria anterior, fazendo-se uso de noções de substância, apelando-se à idéia que substâncias diferentes possuem comportamentos diferentes quando colocados em contato com uma terceira substância, como os materiais metálicos utilizados nessa pesquisa.

Essa categoria é semelhante à categoria anterior, diferenciando-se na concepção que os sujeitos têm da rapidez das reações entre os metais e as soluções ácidas. Nesta categoria, manifesta-se que a diferença de rapidez é devido às resistências diferentes que os materiais teriam à corrosão. Dessa forma, os sujeitos que manifestam esse pensamento levam em consideração a diluição do ácido na água, o que provoca uma mitigação do efeito de corrosão da solução ácida.

Portanto, se prevê que líquidos diferentes possuem propriedades diferentes quando colocados em contato com outras substâncias sólidas. Uma dessas propriedades pode ser a dissolução do sólido. Ou sua transformação em gás.

*E: O que tu achas que vai acontecer quando o líquido A entrar em contato com o metal?*

*NIC (11): Acho que vai dissolver o metal.*

- E: Tu notas alguma coisa acontecendo?*
- NIC: Não.*
- E: Por que tu achas que não acontece nada?*
- NIC: Porque a substância do metal é mais forte.*
- E: O que tu achas que pode ser o líquido a?*
- NIC: Não sei.*
- E: Se eu largar o lacre ali tu achas que vai modificar o peso?*
- NIC: Não.*
- [...]*
- E: Eu vou derramar agora o conteúdo do copinho líquido sobre a fita metálica, o que tu achas que vai acontecer?*
- NIC: Acho que agora vai acontecer alguma coisa, porque tem mais substância, só pelo peso.*
- E: E o que poderia acontecer?*
- NIC: Agora eu acho que vai dissolver. Acho que agora vai.*
- E: Vai dissolver? Dissolvendo esse metal, o que ele viraria? Ele viraria um líquido, ele viraria um gás? Ou ele só separaria?*
- NIC: Viraria um gás.*
- E: O que tu notas acontecendo?*
- NIC: Virou gás, né?*
- E: O metal tá virando gás? E por que o metal tá virando gás?*
- NIC: Porque tem um componente que torna, mais forte que o metal, né?*
- E: Não entendi...*
- NIC: A substância assim, mais e, mais forte que o metal e que dissolve ele.*
- [...]*
- E: Foi parar aonde este metal?*
- NIC: Evaporou, né?*
- E: Um sujeito que eu entrevistei disse que o metal ele, ele dissolve e fica dentro do líquido. Que o metal dissolve e fica dentro do líquido. Tu achas que pode ser isso?*
- NIC: Acho que pode também. Mas é que como começou a borbulhar não tava e subiu pra cima.*

E: *O que tu achas que vai acontecer quando eu colocar esse líquido [A], virar assim ele, virar o tubo, né, e o líquido vai entrar em contato com, com a fitinha desse sólido? O que tu achas que vai acontecer?*

PAU (13): *Acho que não vai acontecer nada.*

E: *Por que tu achas que não vai acontecer nada?*

PAU: *Porque tu misturou o B com o A e daí acho que o B que tinha alguma coisa, sabe? E esse é o A, parece que é água pura, não sei. Acho que não vai acontecer nada. A não ser por causa do negocinho mesmo, do desse negocinho mesmo, dessa fitinha aí.*

E: *Notas alguma coisa acontecendo?*

PAU: *Não.*

E: *Tu achas que vai mudar o peso ali?*

PAU: *Não.*

[...]

E: *Que tu achas que vai acontecer agora quando eu colocar os dois [a fita de magnésio e a solução de A+B] em contato?*

PAU: *Eu acho que vai mudar a cor da água.*

E: *Por que vai mudar a cor da água?*

PAU: *Porque isso daí é a mistura, e a mistura ficou diferente antes, daí enquanto ela tiver esse negocinho eu acho que vai mudar a cor dela.*

E: *O que tu notas acontecendo?*

PAU: *Tá, tá sei lá, tá... desapareceu.*

E: *O que desapareceu?*

PAU: *O negocinho, a fitinha aquela.*

E: *Por que desapareceu?*

PAU: *Porque ela é efervescente.*

E: *Mas o que é efervescente, é a fitinha?*

PAU: *É. Ou então a água que tem um componente químico, alguma coisa, que daí fez a fitinha efervescer.*

E: *E, e efervescer aconteceu o quê? Sumiu, deixou de existir, desapareceu essa fitinha?*

- PAU: *Sim, e tá saindo fumaça também.*
- E: *Essa fumaça saiu de onde?*
- PAU: *Da fita.*
- E: *Ela se transformou, a fita se transformou nesse vapor? Nesse gás?*
- PAU: *Sim, ou então a fita liberou o gás assim e foi dimi..., ahh, diminuindo, daí sumiu.*
- E: *Tinha gás dentro da fita ou a fita era formada de gás?*
- PAU: *Não, foi gás em contato com a fita.*
- E: *Como assim gás em contato com a fita?*
- PAU: *Gás que tinha na água. [...]. Não sei, é porque não sei esses negócios, né, que daí se... só que, sei lá, eu acho que é, daí quando, tipo pastilha assim, sabe? Tipo Eno, sabe, que daí em contato com a água vai evaporando. Evaporando não, efervescendo e daí fazendo fumacinha.*
- E: *Como é que tu podes me explicar essa efervescência? É alguma coisa que tem dentro da fita, dentro do Eno como tu falou, alguma coisa que tem dentro do líquido no qual tu põe a fita ou no qual tu põe o Eno...*
- PAU: *Eu acho que é no líquido.*
- E: *Ou é nos dois juntos?*
- PAU: *No líquido.*
- E: *Então esse líquido aqui tem alguma característica, alguma propriedade que faz efervescer esse metal?*
- PAU: *É. Eu acho que tem tipo um ácido, uma coisa assim.*
- E: *Como assim um ácido?*
- PAU: *Ah, não sei, mas eu acho que tem.*
- E: *Qual é a diferença entre o ácido e a água?*
- PAU: *Que a água é pura e o ácido é a mistura de coisas, ou só ácido ou ácido e água.*
- E: *E o que o ácido faz com o essa fita?*
- PAU: *Ah, faz ela queimar e desaparecer.*
- E: *Queimar como?*
- PAU: *Não sei! Não sei como, mas acho queima.*

- E: Tem uma pessoa que eu entrevistei que me disse que é como se o ácido tivesse umas agulhas que ia penetrando dentro da substância, dentro dessa fita e afastando as partes dessa fita e separando tudo e por isso que a fita sumia. O que tu achas do que essa pessoa me disse?*
- PAU: Não sei, eu acho que não foi separando não, eu acho que foi tipo, faz de conta que tá, isso daqui é a fita, tá, daí vai diminuindo, diminuindo, diminuindo assim e amassa vai diminuindo também e aí desaparece.*
- E: E por que o ácido faz diminuir essa fita?*
- PAU: Porque ele corrói a fita.*
- E: E corroendo a fita o que acontece com a fita?*
- PAU: Some! E sai fumacinha.*
- E: Mas daí tudo deixou de existir ali do que tinha na fita, ou ela se transformou em outra coisa?*
- PAU: Se transformou em gás.*
- [...]*
- E: Tu falou de ácido, onde é que tu já ouviu falar de ácido?*
- PAU: Ai, sei lá, eu conheço ácido de limpar, sabe, de limpeza. Sabe?*
- E: Tu limpa as coisas com ácido?*
- PAU: Não, é porque uma vez o meu dindo tava construindo uma casa lá pra ele, daí caiu no olho, o meu pai tava passando ácido assim e daí caiu no olho dele, daí teve que ir lá pro banco de olhos.*
- E: Eu vou derrubar o conteúdo desse copinho sobre a fita [líquido A]. Será que acontece alguma coisa?*
- LUS (15): Dissolver.*
- E: Por que tu acha que pode dissolver?*
- LUS: [Silêncio] Só o que eu acho é que ele pode dissolver.*
- E: [Colocam-se as substâncias em contato] Aconteceu alguma coisa?*
- LUS: Não.*
- E: Que líquido tu acha que pode ser esse líquido A?*
- LUS: Detergente.*



[...]

*E: Eu vou derramar, então, esse líquido [A + B] sobre a fita metálica, o que tu espera que aconteça?*

*LUS: A fita vai ficar lá embaixo.*

*E: Vai ficar lá embaixo, que nem aconteceu no outro?*

*LUS: Não, no outro ficou boiando.*

*E: E por que a fita ficaria lá embaixo?*

*LUS: [O sujeito dá de ombros].*

*E: [Colocam-se as substâncias em contato] O que tu notou acontecendo?*

*LUS: Dissolveu.*

*E: E foi pra onde a fita metálica que tava ali dentro?*

*LUS: Foi e se juntou com o componente.*

*E: Se juntou com o quê?*

*LUS: Com o líquido.*

*E: Mas ela era prateada e por que eu não consigo mais vê-la agora?*

*LUS: Não consigo mais ver?!*

*E: Ou tu consegue ver ela ainda?*

*LUS: Estranho...*

*E: Tu acha que ela tá no líquido*

*LUS: [O sujeito dá de ombros].*

*E: Mas como é que ela tá no líquido se antes eu conseguia vê-la e ela era grande e prateada e agora por que eu não consigo vê-la?*

*LUS: Se diminuiu muito.*

*E: Ficou muito em miúdos?*

*LUS: É.*

*E: E esses miúdos ficaram tão miúdos que eu não consigo encontrar eles?*

*LUS: É.*

*E: Mas tá dentro do líquido?*

*LUS: Tá.*

*E: E me diz uma coisa, tu viu quando tava acontecendo essa dissolução, tu viu que meio que ferveu e formou uma fumacinha?*

*Tu chegou a ver uma fumaça?*

*LUS: Vi.*

*E: O que era essa fumaça que tava...*

*LUS: Calor eu acho que não é, né?*

*E: Tu acha que pode ser a fita metálica que teria ficado uma parte gás ou toda ela gás?*

*LUS: Só uma parte e a outra parte...*

*E: Então essa fita metálica é como se ela fosse composta por duas partes, é isso?*

*LUS: É.*

*E: E daí o que tu acha que aconteceu com ela quando ela entrou em contato com o líquido?*

*LUS: Ela pode ter evaporado e se juntado com o líquido.*

*E: E por que isso aconteceu?*

*LUS: [O sujeito dá de ombros].*

*[...]*

*E: Tu tinha dito que A poderia ser um detergente, né, o que tu acha que pode ser essa mistura?*

*LUS: [Silêncio] Detergente com água nunca que aconteceria isso.*

*E: Então tu conhece alguma coisa que possa, algum tipo de substância que poderia fazer esse tipo de coisa?*

*LUS: Nenhuma. Poderia ser álcool?*

*E: Tu acha que pode ser álcool?*

*LUS: Pode ser.*

*E: O que poderia acontecer [Solução A+B com magnésio], por exemplo?*

*CAN (26): Ah, pode derreter.*

*E: Tu veria ela derretendo?*

*CAN: Acho que sim.*

*E: Tu veria como ela derretendo?*

*CAN: Ela ia se decompor.*

*E: [As substâncias são postas em contato] O que tu nota*

*acontecendo?*

CAN: *Ela tá sumindo.*

E: *Ela deixou de existir?*

CAN: *Não.*

E: *O que aconteceu com ela?*

CAN: *[Silêncio].*

E: *Tu viu uma fumacinha?*

CAN: *Sim.*

E: *A fitinha de metal virou fumaça?*

CAN: *Não, ela virou líquido.*

E: *Ela virou líquido?!*

CAN: *Sim.*

E: *Sim, mas ela era cinza e agora ela tá transparente. Ela virou líquido ou ela entrou dentro do líquido e sumiu que não se consegue mais enxergar?*

CAN: *Ó, eu acho que... Os elementos dela ainda tão no líquido.*

E: *Os elementos dela ficaram dentro do líquido, né, mas como é que aconteceu isso? O que aconteceu com eles?*

CAN: *[Silêncio] Não sei explicar.*

E: *Ah, me diz o que tu acha que pode ser esse líquido aí. Que tipo de líquido tu acha que pode ser?*

CAN: *Ai, um ácido.*

E: *Por que tu acha que pode ser um ácido?*

CAN: *Ah, deteriorar substâncias, assim, acontece com ácidos.*

E: *O que o ácido faz que consiga, por exemplo, decompor essa fitinha de metal ou outro tipo de metal?*

CAN: *[Silêncio]*

E: *Um sujeito que eu entrevistei me disse que o ácido tem uma capacidade de penetrar na matéria, como se penetrasse tipo assim uma ponta de lança, uma flecha e a medida que ia entrando na matéria ia separando ela e daí, gradativamente, ia separando cada vez mais, né, esse volume de matéria até que não conseguisse mais enxergar ele. Tu acha que pode ser isso?*

CAN: *Pode ser.*

E: *Já um outro sujeito que eu entrevistei disse o seguinte que quando... Ah, o ácido também é como se ele tivesse na forma dele, na estrutura dele, um... Digamos assim, uma região que seria tipo... Começasse a cair, né, ia atraindo pouco a pouco as aparinhas dessa fita metálica até que elas fossem se separando completamente. O que tu acha disso que eu falei?*

CAN: *[Silêncio]. Não sei.*

A diferença de rapidez da reação é interpretada através das características dos metais que participam da reação:

E: *Uma pessoa que eu entrevistei me disse que podia ser um ácido. Tu achas que pode ser um ácido?*

NIC (13): *U-hum, pode ser.*

E: *Se tu achas que pode ser um ácido, tu achas que isso te ajudaria a explicar o que tá acontecendo ali?*

NIC: *Sim.*

E: *E o que aconteceu com o outro também?*

NIC: *Acho que se fosse um ácido ele dissolveria o cobre na hora, eu acho*

E: *Como aconteceu aqui mais ou menos [a fita de magnésio frente à solução A+B]?*

NIC: *É. Não tão devagar.*

E: *Quer dizer, se fosse um ácido, o ácido faria o metal virar gás? É isso?*

NIC: *Uh-hum.*

E: *Quer dizer, aqui não seria um ácido porque não tá fazendo virar gás? É isso?*

NIC: *Não, eu acho que é um ácido. É um ácido, porque dissolveu o outro.*

*[...]*

NIC: *Mas é que eu acho que é mais resistente esse metalzinho.*

E: *O que, o cobre é mais resistente que esse outro metal aqui, é isso?*

NIC: *É.*

E: *E essa fumaça tá saindo mais rápido ou mais devagar que a outra?*

PAU (13): *Mais devagar.*

E: *Por que tá saindo mais devagar?*

PAU: *Porque eu acho que a, a pedrinha tem uma, ela é mais difícil de corroer.*

E: *E por que ela é mais difícil de corroer?*

PAU: *Porque ela é formada de outra substância.*

E: *E por que uma substância pode ser mais fácil de corroer que outra?*

PAU: *Não sei, só sei que tá, agora a fumaça tá saindo verde.*

E: *Uhh, e esse verde sai da onde?*

PAU: *De dentro dela, da coloração que ela tem.*

E: *Ela tem uma coisa verde dentro desse ama, dentro desse, dessa cor de cobre?*

PAU: *Ou não, ou o, essa pedrinha em contato com essa água faz com que a fumacinha seja verde.*

E: *Esse verde não sai de dentro do líquido verde?*

PAU: *Não.*

E: *Aquele amarelo ali [o estudo IIa], ele saiu de dentro do líquido antes não saiu?*

PAU: *Sim.*

E: *O que tá acontecendo aqui [cobre com líquido B] é parecido com o que aconteceu aqui nesse outro conjunto [magnésio com líquido A+B]?*

LUS (15): *É parecido, mas dá pra ver que é uma coisa mais rápida.*

E: *Por que tu acha que aqui foi mais rápido, então, que esse daqui?*

LUS: *Porque misturou os dois e... Esse metal é mais fraco que aquele?*

E: *Como?*

LUS: *Por que esse metal [magnésio] é mais fraco que o cobre?*

[...]

- E: *Se comparar com outro [magnésio] tu nota alguma outra cor?*
- LUS: *Sim, aqui é verde meio azulado.*
- E: *E aqui em cima tu nota alguma outra cor?*
- LUS: *[Silêncio] É mais amarelado.*
- E: *Esse amarelado que tá no tubo é o que, o que deixa ele maio amarelado?*
- LUS: *O que deixa?*
- E: *É, o que tá deixando o tubo meio amarelado?*
- LUS: *É o cobre.*
- E: *E o que é essa cor amarela é o próprio vidro que tá ficando amarelo ou é alguma coisa que tem dentro do vidro que tá ficando amarelado?*
- LUS: *Não, é dentro do vidro.*
- E: *Seria o que tá ficando amarelo?*
- LUS: *Bom, acho que eu tô vendo o vapor do cobre.*
- E: *Então o que tu acha que tá acontecendo?*
- LUS: *Se dissolvendo.*
- E: *Ele tá se dissolvendo ou ele tá virando esse gás amarelo que tu tá vendo?*
- LUS: *Bom, só tá dando pra ver deixando azulado o líquido e deixando o vidro amarelo.*
- E: *Como se ele tivesse se dividindo, então?*
- LUS: *Sim.*
- E: *O que tu acha que pode ser esse líquido B?*
- LUS: *Álcool.*
- E: *Tu acha que o álcool pode fazer isso com nos metais?*
- LUS: *Sim.*
- E: *E o que o álcool teria que poderia fazer isso nos metais?*
- LUS: *Componentes químicos.*

### Categoria V

Nesta categoria começam a ser utilizadas as idéias de reação ou transformação química e as idéias de conservação da quantidade da matéria nas reações químicas.

Entretanto, persistem algumas dificuldades em aplicar os esquemas corpusculares como justificativa para os fenômenos. Dessa forma, não se utilizam esquemas corpusculares para descrever as reações químicas e/ou para justificar a idéia de conservação da quantidade de matéria nessas reações. Portanto, pode-se pensar que as idéias de reação e conservação parecem apoiadas por lembranças escolares, pois se nota apenas a utilização do termo, que parece vazio de conceito.

Além disso, chega-se a notar a dificuldade com a idéia de conservação da natureza da matéria, como visto em categorias anteriores, tomando-se os metais através de uma hiperconservação e dessa forma se supõe que a substância sólida metálica pode ter sido liquefeita ou gaseificada.

A maior parte dos pensamentos que podem ser enquadrados nessa categoria manifestam uma dificuldade com relação a utilização de esquemas corpusculares para descrever as reações químicas.

*E:* [Solução A+B em contato com o magnésio] *O que tu nota acontecendo?*

*GUS (19):* *Eu noto que o metal tá se decompondo. Aliás, o metal se destruiu ali dentro.*

*E:* *Se destruiu de que forma?*

*GUS:* *Esse contato do líquido com o metal fez com que o metal... Ah... Como eu posso dizer... Ele...*

*E:* *Nota alguma coisa acontecendo?*

*GUS:* *Eu noto que saiu um gás. Um vapor.*

*E:* *Da onde sai esse vapor?*

*GUS:* *Esse vapor provavelmente é o que sobrou do metal.*

*E:* *O metal se transformou nesse vapor?*

*GUS:* *Olha...*

*E:* *E por que esse metal teria se transformado em vapor?*

*GUS:* *O contato dele com o líquido teria feito isso.*

*E:* *E o que contém ali dentro então?*

*GUS:* *O líquido A e B. E deve ter algum vestígio, algum restinho do metal. Ou, então, se transformou em vapor totalmente. Não tem nada de metal.*

- E: *O que tu acha que vai acontecer quando eu pegar este vidrinho e pôr esse líquido [solução A] em contato com aquela substância sólida [magnésio]? O que tu espera que aconteça?*
- LUI (20): *Que reaja.*
- E: *É? De que forma?*
- LUI: *Pode acontecer nada, pode acontecer a mesma coisa que aconteceu no primeiro [estudo IIa], ela pode, esse metalzinho, lasquinha de metal pode se dissolver ou pode continuar igual.*
- E: *Vamos ver [coloca-se em contato as substâncias]. Nota alguma coisa acontecendo?*
- LUI: *Não.*  
[...]
- E: *Tu acha que vai ter modificado o peso, a massa?*
- LUI: *Não.*  
[...]
- E: *E agora o que tu acha que vai acontecer [A+B com magnésio]?*
- LUI: *A mesma coisa que aconteceria com aquele... Ou nada ou reage ou...*
- E: *O que você nota acontecendo?*
- LUI: *Tá fermentando, saindo gás.*
- E: *O gás tá saindo da onde?*
- LUI: *Reação dos dois.*
- E: *Como é que o gás sai da reação dos dois?*
- LUI: *Da mesma maneira que se formou o líquido amarelo ali.*
- E: *Mas tu viu a substância sólida, ela tá desaparecendo, não tá?*
- LUI: *Sim.*
- E: *Tá desaparecendo pra onde?*
- LUI: *Tá saindo como gás.*
- E: *Toda a substância sólida tá saindo como gás?*
- LUI: *É. Agora eu não sei.*
- E: *Tu acha que foi o líquido que meio que atacou, que fez alguma coisa com o sólido que o sólido se transformou em gás?*
- LUI: *Os dois reagiram só, entraram em contato e reagiram.*



*E: Sim, mas o sólido sumiu, Pra onde é que ele foi?*

*LUI: Ele virou gás.*

*E: O sólido virou gás?*

*LUI: Sim. Ou uma parte ficou no líquido e essa substância nova virou gás.*

A conservação da quantidade da matéria não sugere nenhuma explicação plausível, entretanto não se formula explicações de natureza tautológica (a massa ficou igual porque a balança indica que a massa é igual) como visto em categorias anteriores:

*E: O que tu acha que vai acontecer com o peso agora se eu liberar a balança vai continuar a mesma massa?*

*LUI (20): Ia ficar menor, mas eu não sei.*

*E: Ia ficando menor? Vamos ver.*

*LUI: Ficou igual.*

*E: Tu tinha dito que poderia ter ficado menor e agora que ficou igual tem algum motivo que tu possa me dizer por que teria ficado igual?*

*LUI: Ou o metal era tão levinho que nem contou ali ou, então, mudou a densidade do líquido.*

[...]

*E: É, num há gás ali [solução A+B e magnésio], noutra teve formação de um sólido [estudo IIa]. Por que não mudou a massa?*

*LUI: Porque Deus não quis [Risos].*

*E: Porque Deus não quis! Foi muito legal.*

*LUI: Não, não sei porque não mudou a massa.*

*E: E seria esperado que mudasse a massa?*

*LUI: Aquele lá sim, né. Porque ficou com menos material do que esse aí, mas esse aqui não.*

Nessa categoria é possível inferir a classe de compostos de que se tratam os líquidos, mas não se consegue justificar essa classificação em relação aos efeitos perceptíveis dessas reações químicas.

*E: Tu tem alguma noção de que pode ser esse líquido aqui [A]?*

- GUS (19): Não aconteceu nada com ele. É possível que seja água.*
- E: E esse líquido aqui [B], tu tem alguma noção de que possa ser ele?*
- GUS: Pela tonalidade verde que saiu pode ser cloro. Não sabia que cloro tinha a propriedade de corroer materiais assim.*
- E: E por que tu acha que poderia ser cloro?*
- GUS: Pela tonalidade verde. Poderia ser uma mistura com ácido clorídrico, de repente, uma mistura com...*
- E: O gás cloro tu tá entendendo um ácido clorídrico ou tu tá entendendo...*
- GUS: Não, porque o ácido clorídrico não é assim. Deixa eu ver o que pode ser. Também pode ser um ácido, um líquido ácido que esteja aí dentro.*
- E: Por que tu acha que pode ser um líquido ácido?*
- GUS: Porque corroeu materiais que foram aí colocados.*
- E: E por que o ácido tem essa propriedade de corroer materiais sólidos?*
- GUS: Nas atividades, né, mas em combinação... Porque ele tem essa... Essa propriedade é uma boa pergunta... Ele tem essa propriedade. Ele corrói determinados materiais, né?*
- [...]*
- E: Tá, mas essa é a diferença do fenômeno que tu tá enxergando [a reação entre a solução B e o cobre é mais lenta que a reação da solução A+B com o magnésio], agora, como é que tu poderia explicar essa diferença.*
- GUS: Essa diferença! São componentes diferentes e a reação do contato de cada um, de cada componente com uma substância. E gerou um fenômeno diferente.*
- E: Que componentes seriam?*
- GUS: Os componentes seriam as duas partes metálicas que tu colocou. Seriam... Seriam metais diferentes que gerariam uma reação muito rápida e outro resultou uma reação um pouco mais lenta, só que com produto, com uma, que deixou o líquido com uma cor*

*azulada que liberou um gás de cor amarela.*

Nessa categoria, também, são enquadrados os pensamentos que manifestam a idéia de conservação da quantidade da matéria nas reações químicas sem que se faça uso de esquemas corpusculares para justificá-la.

*E: [Coloca-se a solução A em contato com o magnésio] Nota alguma coisa acontecendo?*

*ALI (23): Não. O metal tá flutuando. Só. Não houve reação.*

*E: Tu acha que não teve reação?*

*ALI: Pelo menos, eu acho que não teve reação. Aparentemente... Não. Aparentemente não.*

*E: Tu arriscaria o que poderia ser A?*

*ALI: Chutão, chutão assim, eu arriscaria que é água.  
[...]*

*E: [Coloca-se a solução A+B em contato com o magnésio] O que tu nota acontecendo?*

*ALI: Tá evaporando um deles e é um vapor amarelo.*

*E: O que tá evaporando?*

*ALI: O ferrinho. Ó, e esquentou também.*

*E: Sumiu o ferrinho, ele deixou de existir?*

*ALI: É, eu falei evaporou porque ele não é um líquido, né. Tá, ele subiu então. Ele se transformou talvez em alguma outra coisa, mas...*

*E: Aquele gás que tu viu ele surgiu da onde, ele saiu da onde?*

*ALI: Ah, provavelmente a reação de B com o ferrinho.*

*E: De B ou de A mais B?*

*ALI: Ah, pois é! Pois é, porque agora eu não sei se é o A mais B que reage com o ferrinho ou se é só B que reagiria com ele. Ai, então na dúvida eu diria que é o X [solução A+B], tá. Que eu sei que A não reage com ele, mas daí eu não tenho como, só por aqui eu não tenho como saber se é a mistura de A mais B ou B que provocou a reação. Então eu diria que X provocou a reação pro ferrinho ter sumido e... Agora se o ferrinho ele... Tu tinha dito que sólido ou...*

*E: Ou líquido. O que aconteceu com o ferrinho?*

- ALI: *Eu acho que ele se dissolveu.*
- E: *E aí ele virou um líquido?*
- ALI: *Ele virou um líquido?! [Silêncio].*
- E: *O ele entrou pra dentro do líquido?*
- ALI: *Ou eu acho que o líquido que dissolveu ele. Então eu acho que agora ele faria parte do líquido.*
- E: *Faria parte do líquido, mas continuaria sendo um ferrinho só que dissolvido?*
- ALI: *Eu acho que... Acho.*
- E: *E por que tu não consegue vê-lo?*
- ALI: *[Silêncio] Porque houve uma reação e ele... E acho que ele se misturou com o líquido e aí ele perdeu... Só que nessa reação ele perdeu a parte dele sólida que ele tinha.*
- E: *Ele virou líquido então?*
- ALI: *Então tá, quer chamar assim então...*
- E: *Não aceita essa idéia que ele virou um líquido?*
- ALI: *Não muito!*
- E: *Então tu acha que ela é meio complicada?*
- ALI: *É meio? É bastante!*
- E: *Esse líquido, por exemplo, esse X ele teria algum tipo de categoria, por exemplo, se tu acha que o A, por exemplo, pode ser a água o que tu acha que poderia ser o líquido B? Que tipo de coisa tu acha que ele poderia ser?*
- ALI: *Que tipo de coisa ele poderia ser o líquido B? [Silêncio] Um ácido.*
- E: *Por que tu acha que poderia ser um ácido?*
- ALI: *[Silêncio] Porque, no tanto que eu sei pelo menos, os ácidos eles... Acho que eles, não sei se poder, mas de dissolver ou corroer ou de, sabe, de digamos assim de destruir a forma sólida.*
- [...]
- E: *[Coloca-se a solução B em contato com o cobre] Nota alguma coisa acontecendo?*
- ALI: *Sim. Mmm... Hum. O metal tá sendo corroído, tá sendo dissolvido.*

- E: Da mesma forma que tava dissolvendo o outro?*
- ALI: Não, esse aqui é mais lento. E ele tá ficando verde.*
- E: Essa cor verde surge da onde?*
- ALI: A cor verde... Da dissolução do metal.*
- E: O metal dissolvido é verde?*
- ALI: [Silêncio] O metal dissolvido é verde? Não, eu acho que o contato do líquido com o metal gera essa reação que é verde.*
- E: Por que essa reação é mais lenta?*
- ALI: Por que essa reação é mais lenta? [Risos] [Silêncio] Porque o pH desse não é tão elevado quanto o outro.*
- E: Tu acha, então, que aqui, nesse aqui o pH seria mais elevado que esse? X teria pH mais elevado que B e por isso que a reação foi mais rápida, é isso?*
- ALI: A não ser que o metal... Nesse aqui tenha funcionado como um, não sei se propriamente um metal, mas um catalisador e esse não.*
- E: E o que tu acha que é o B?*
- ALI: O que eu acho que é o B... Aí, boa pergunta.*
- E: Tu tinha me dito que tu achou que A era água, né?! Tu achou que X [A+B] era um ácido, né? E B tu acha que é o quê?*
- ALI: Bom, se A for água e X ser realmente um ácido... B não tem lógica pra mim...*
- E: Por que não tem lógica?*
- ALI: É isso que eu tô pensando... [Risos]*
- E: O que tu tá pensando?*
- ALI: Que isso poderia ser base.*
- E: B poderia ser base?*
- ALI: B poderia ser base, mas eu me lembro que... É, talvez sim. Que eu me lembre ácido mais base igual a neutro... Então sobra... Se A é o neutro, considerando que água seja neutro... Se A é o neutro... B é a base... Tá, mas e aí, não tem lógica! B não tem lógica! Se A for água o que seria B? [Silêncio]. Foi X que eu chamei de ácido, né?! X eu chamei de ácido... Se ácido mais base dá algo assim... Bom, não vai adiantar. O que eu disse que era A? Era água, né?!*

*Aqui tem B?*

*E: Mmm... Hum. Aqui tem B.*

*ALI: Não sei, não faço a mínima idéia do que seja B. Nem idéia, eu juro que eu tentei.*

*E: [Magnésio com solução A] O que tu acha que pode ser a substância A?*

*RAF (27): A substância A? O que eu imagino o que possa ser? Nem imagino, cara, talvez água. Se parece água, é a única coisa que eu posso te dizer.*

*E: E por que não reagiu? Já que tu esperava que pudesse reagir?*

*RAF: Talvez por ser água ou por ser uma substância que não entra, não produz uma reação com determinadas substâncias sólidas.*

*[...]*

*E: O que acontece se eu colocar as duas substâncias [magnésio e solução A+B] em contato?*

*RAF: Ou reagem ou não reagem.*

*E: Nota alguma coisa acontecendo?*

*RAF: Noto que tá borbulhando... Parece que o sólido tá se dissolvendo.*

*E: Como assim, o sólido tá dissolvendo?*

*RAF: O sólido eu acho que tá... Não tô vendo mais ele. Ah, o porque eu não sei te dizer.*

*E: Ele sumiu, deixou de existir?*

*RAF: É, parece que sim. Sobrou um resquício dele aqui.*

*E: E o que aconteceu com ele? Virou gás? Se transformou em líquido?*

*RAF: Pode ter se transformado em líquido.*

*E: Como assim, pode ter se transformado em líquido?*

*RAF: Ah, pode ter se transformado em líquido. Eu vi um... Não sei, eu tive a impressão de ter havido uma perda em, dele ter se transformado um pouco em gás, mas eu acho que é bem possível que ele tenha virado líquido.*

*E: E por que esse sólido ia ter se transformado em gás ou em*

*líquido?*

*RAF: Porque eu não sei te dizer, seria uma reação do sólido esse com a mistura, mas eu não sei te dizer porque.*

*E: E quando larga o lacre vai modificar um pouco o peso?*

*RAF: Vai diminuir. Ah, não. É, acho que pode diminuir um pouco.*

*E: Por que diminuiria um pouco?*

*RAF: Talvez por ter perdido massa com um pouco de vapor.*

*E: [Larga-se o lacre] Modificou alguma coisa?*

*RAF: Parece que não. Acho que não, né!*

*E: Mas continua igual a massa, acredito que tu tinha dito que podia diminuir um pouco, mas não diminuiu um pouco, continua igual. O que tu acha?*

*RAF: É que de repente a perda, de repente ele se transformou em líquido e isso aí não causou perda de massa. É uma idéia que eu tenho, não sei.*

*[...]*

*E: Essa é outra substância sólida, o que ela te parece?*

*RAF: Ela me parece um cobre. A cor é de cobre. Parece metálico.*

*[...]*

*E: Tu nota algo acontecendo [reação do cobre com a solução B]?*

*RAF: Noto. Borbulhando o sólido.*

*E: Por que o sólido tá borbulhando?*

*RAF: Não imagino. Ele parece que tá mudando de cor ou é impressão a minha? Azul, verde azulado. Mais verde que o outro, mas acho que é azul.*

*E: Da onde vem essa cor? Ela tá lá dentro do metal? Tá liberando a cor que tá lá dentro do metal?*

*RAF: Acho que não. Acho que é uma reação... Não sei o que tem aqui dentro. É uma reação que de repente produziu alguma coisa que tem essa cor.*

*E: O que tu entende por reação química?*

*RAF: É o que eu tinha falado antes. São os efeitos de um algo em contato, de uma substância em contato.*

*E: Essa reação como tu diz, ele tá acontecendo de maneira semelhante que aconteceu com o outro metal?*

*RAF: Não, era um pouco diferente. Eu notei que demorou um pouco mais. O outro, o metal simplesmente se liquefez, que seja, mais instantaneamente e esse aqui demorou um pouco mais. E ali não teve mudança, bom, se teve mudança de cor eu nem notei nada. Foi uma reação diferente.*

*E: Por que lá foi mais rápido que esse?*

*RAF: A reação foi diferente. É outro metal, né? Aquele metal era com... Ah, tu tá falando das reações! Quer dizer, o sólido, um sólido tem uma reação que entra em contato com essa substância e o outro tem outra.*

*E: O que tu acha que é B?*

*RAF: Não faço idéia.*

*E: Qual é o tipo de substância que tu acha que ela é?*

*RAF: Mmmmm... Talvez, pela minha experiência totalmente empírica de colégio de laboratório vagabundo, de repente possa ser um tipo de ácido, mas não sei te dizer porque isso é muito, muito...*

*E: Por que tu acha que é um ácido?*

*RAF: Porque na minha trajetória de vida entendo que ácidos corroem coisas. Isso é uma noção que eu tenho por causa do ácido sulfúrico.*

*E: Como é que os ácidos corroem as coisas?*

*RAF: Ah, não sei te dar uma explicação agora.*

*E: O que tu acha que eles têm que conseguem corroer as coisas?*

*RAF: Não adianta, eu não me lembro. Não me lembro mesmo. Ah... Não sei, cara. Não me lembro.*

Nessa categoria, a previsão do fenômeno é um fator bastante relevante, onde se descarta a idéia que alguma coisa diferente poderia surgir de dentro de alguma das substâncias e se expressa que o efeito seria fruto do contato entre as substâncias:

*E: O que você acredita que vai acontecer quando eu colocar essa substância [A] em contato com esta outra substância [magnésio],*



*colocar a substância líquida em contato com a sólida?*

*MAI (18): Provavelmente vão reagir uma com a outra.*

*E: Por que elas reagiriam uma com a outra?*

*MAI: [O sujeito fica vermelho, um pouco contrariado].*

*E: Não vire Huck na minha frente, por favor!*

*MAI: Porque... Porque sim, sei lá, uma... Assim como as outras reagiram [refere-se ao Estudo IIa].*

*E: E como é que você conseguiria ver essa reação ou como é que você acha que vai ver?*

*MAI: Se acontecer uma reação ou o sólido vai se modificar ou vai produzir algum efeito.*

*E: Me dá um exemplo disso que poderia acontecer?*

*MAI: Sei lá, sair uma fumacinha, se dissolveu o sólido.*

*E: E se sair essa fumacinha sairia da onde essa fumacinha?*

*MAI: Do contato do sólido com o líquido.*

*[...]*

*E: O que você acha que vai acontecer agora quando eu pôr essas duas substâncias em contato [A+B e magnésio]?*

*MAI: Talvez aconteça uma reação, talvez não.*

*E: Vamos lá ver, então! [Colocam-se as substâncias em contato].*

*MAI: Ó, essa tá soltando uma fumacinha e umas bolinhas.*

*E: Da onde sai essa fumacinha?*

*MAI: Do contato com o metal, do sólido com o líquido.*

*E: É o metal que tá virando fumaça?*

*MAI: Não dá pra ver tá embaçado! É o metal que tá se corroendo.*

*E: Como assim “tá se corroendo”?*

*MAI: Tá se desmanchando!*

*E: Por que ele tá se desmanchando?*

*MAI: Por causa do contato com o líquido!*

*E: Ele deixou de existir, o metal?*

*MAI: Não.*

*E: O que aconteceu com ele?*

*MAI: Ele mudou de estado.*

- E: Ele virou fumaça, então?*
- MAI: É, não sei se tudo virou fumaça ou se não ficou um pouco no meio misturado. Daí eu já não sei te dizer.*
- E: Como ele poderia ter se misturado com o líquido?*
- MAI: Não sei.*
- E: E por que aconteceu essa reação?*
- MAI: Por causa do tipo de substância.*
- E: Qual substância?*
- MAI: As duas. Uma com a outra. O metal e o líquido. As duas originais.*
- E: E qual líquido que fez essa reação com o metal?*
- MAI: Aquele era o A e o A não teve reação nenhuma. Esse aqui é o A e o B. Ou foi o B que provocou ou foi a mistura do A como B que provocou. Só porque o A não teve reação não quer dizer que o B que fez a reação, pode ser que foi a mistura do A e do B.*

Posteriormente, a hipótese do surgimento do gás ou da cor da solução de dentro da substância metálica é veemente negada:

- MAI (18): Tá saindo umas microbolhas ali [solução B com cobre].*
- E: E da onde saem essas microbolhas?*
- MAI: Do contato do líquido com o sólido.*
- E: Do contato onde?*
- MAI: Na superfície do sólido.*
- E: Então as bolhas saem da superfície do sólido?*
- MAI: É, da reação do líquido com a superfície do sólido.*
- E: É o sólido que tá criando essas bolhas?*
- MAI: É o contato de um com outro que tá criando essas bolhas.*
- E: O que acontece com nesse contato?*
- MAI: Não sei, parece que tá mudando a cor ali do sólido.*
- E: E por que tá mudando de cor?*
- MAI: Não sei! Por causa duma maldita duma reação!*
- E: E essa cor é o quê?*
- MAI: Antes era cobre a gora tá virando meio acizentado!*
- E: Essa cor veio da onde? De dentro do sólido?*

- MAI: Ai, de dentro do sólido parece que aconteceu uma mágica e que mudou de cor. Não. Continua saindo algumas fumacinhas, mas as bolhinhas... Não sei, como se tivesse se desmanchando, se desprendendo alguma coisa do sólido.*
- E: Isso que tá se desprendendo do sólido tá dentro do sólido? Tá junto ao sólido?*
- MAI: Não! Não tinha um galinho preso dentro e tá soltando agora. Não, faz parte do sólido.*
- E: Como assim faz parte “não tinha dentro, mas faz parte do sólido”?*
- MAI: Não. É uma substância que forma o sólido que daí com o líquido tá reagindo e tá produzindo essa fumacinha, mas não existia uma fumacinha previamente.*

A identificação da substância inerte como sendo água é muito mais facilitada que a identificação da substância ácida, talvez pela resistência que a disciplina química traga como herança escolar:

- E: O que tu acha que é o B?*
- MAI (18): Não sei.*
- E: Não em termos do nome do composto, mas tu se fosse classificar o tipo de substância, o que poderia ser B?*
- MAI: Sei lá, um ácido. Eu não lembro mais das aulas assim. Não sei!*
- E: Se fosse um ácido por que tu acha que poderia estar acontecendo isso que está acontecendo, se fosse um ácido ou se for um ácido?*
- MAI: Eu apaguei, depois do vestibular, a química da minha cabeça.*
- E: Não, tudo bem. Conhece alguma substância ácida que tu use em casa?*
- MAI: Que eu uso em casa? Não sei.*
- E: Ou que tu beba?*
- MAI: Eu só bebo água.*
- E: Ou que tu coma?*
- MAI: Não sei, as frutas acho que têm um efeito meio...*
- E: E qual é que é o efeito das frutas?*

- MAI: *Dói minha afta.*  
 E: *Por que dói tua afta?*  
 MAI: *Qualquer coisa dói minha afta, mas dói mais.*

### Categoria VI

Nesta categoria surgem explicações corpusculares e conservação da quantidade da matéria. Também aparecerem citações sobre reações ou transformações químicas, mesmo que se apresentem dificuldades em definir tais idéias, principalmente em relação aos esquemas corpusculares.

- E: *O que tu acha que vai acontecer quando eu colocar esse líquido, que é o líquido A, em contato com essa fita de metal [magnésio]?*  
 THA (19): *Ah... Pode essa fita de metal boiando no líquido, mas como eu não conheço quais são as características de nenhum dos dois, porque eu não sei o que é nenhum dos dois, então não dá pra prever o que vai acontecer quando tu colocar.*  
 E: *[Colocam-se as substâncias em contato] Tu nota alguma coisa acontecendo?*  
 THA: *Não. Só aconteceu o que eu disse que podia acontecer.*  
 E: *Agora o que tu acha que vai acontecer quando eu fizer a mesma coisa, só que com esse outro líquido aqui?*  
 THA: *Tá, os líquidos são diferentes, como a gente viu antes [estudo IIa]. Então, eu acharia que iria acontecer a mesma coisa. O pedacinho de metal tinha que ficar boiando no líquido, mas como eles são diferentes não dá pra prever de novo o que vai acontecer.*  
 E: *[Colocam-se as substâncias em contato] O que aconteceu?*  
 THA: *Tá, saiu um vapor de cor diferente. Que ainda tá no vidro.*  
 E: *E da onde é que saiu esse vapor?*  
 THA: *Ah, é o mesmo caso do, daquela substância sólida antes. A mistura das duas substâncias que causou essa... Da onde saiu o vapor diferente.*  
 E: *E esse vapor sai pra onde?*  
 THA: *Ah, como assim, pra onde?*  
 E: *O vapor ele tá ficando dentro do vidrinho? Por que ele tá saindo?*

- THA: *Não, não. Ele tá saindo. Porque tá aberto.*
- E: *Mas, por que o vidro estando aberto o vapor sai?*
- THA: *Porque a tendência dele é subir, né.*
- E: *Por que a tendência dos vapores é subir?*
- THA: *Ah... É... Tá, tem uma quantidade grande de vapor no vidro e a tendência dele é sair. Que nem botar um monte de água num copo e a tendência da água do copo é esvaziar. É, tá saindo. Como ele é leve, ele sobe. Se ele fosse mais pesado ele não sairia.*
- E: *E esse vapor é o que, então?*
- THA: *Ah, é a mistura dos dois. O metal se desfez e então provavelmente ele se tornou isso.*
- E: *O metal desaparece?*
- THA: *Não. Ele não desaparece. Ele se tornou alguma coisa, provavelmente ele se tornou vapor, assim. Ele não, mas... É, se dissolveu e daí ou ele continuou líquido ou se tornou esse vapor que saiu. Eu não tenho certeza daí o que aconteceu exatamente.*
- E: *Por que tu acha que o metal não pode ter se transformado em vapor?*
- THA: *Pode. É uma possibilidade dele ter feito isso... É, é que é estranho. Eu nunca tinha visto o metal, por exemplo, se transformar em vapor, mas em princípio pode ser que não seja ele, pode ser que seja a mistura, ele se dissolveu no líquido e daí essa mistura é que causou o vapor. Não o metal propriamente dito.*
- E: *Então o que evaporou é uma parte da mistura?*
- THA: *Isso. Isso. É mais provável.*
- E: *O que nesse líquido tem que o outro líquido não tem que fez essa diferença entre os dois?*
- THA: *Porque eles são diferentes, esse aqui, por exemplo, tem uma característica que quando misturado com aquele metal ele causa uma reação e esse aqui não. Talvez com outro metal ele formasse outra reação, mas não com esse.*
- E: *O que tu acha que vai acontecer agora, então, quando eu colocar*

*essas substâncias em contato [cobre e solução B]?*

ALN (22): *Eu acho que vai acontecer uma reação. Vai encher o balão. As moléculas vão emigrar.*

E: *Por que vai acontecer reação?*

ALN: *Bom, eu preciso que estas duas substâncias tenham alguma afinidade que permite que elas reajam e que provavelmente vai liberar algum gás que vai fazer encher o balão ou vai acontecer uma reação que eu nunca lembro o que é. Ah, mas deve ter uma reação que absorve oxigênio e daí o balão murcha pra dentro. Essas são as duas possibilidades. Uma reação sem oxigênio. Se diz comburente?*

E: *[Colocam-se as substâncias em contato] Tu nota alguma coisa acontecendo?*

ALN: *Um... Vapor aqui, ó! Tá acontecendo uma... Como é o nome disso? Isso que tá borbulhando ali, que eu não me lembro o nome.*

E: *Antes tu tinha falado em efervescência.*

ALN: *Efervescência!! Isso mesmo. Tá efervescendo ali, eu tô vendo. Tá verde. Tem uma coisa verde ali. E tá subindo algum vapor, eu acho. Um acúmulo de vapor aqui na parede do becker. É becker o nome dele? Não, né?*

E: *Não, isso é erlenmeyer.*

ALN: *Ah, o becker é assim, né? Ah, mas não vai encher o balão. Não tem graça. Mas tá ficando verde e tá efervescendo e tá subindo.*

E: *Da onde é que tá saindo essa cor verde?*

ALN: *Da mistura dos dois tá saindo uma cor verde. Ou a reação tem dois produtos. É porque, na verdade, isso é o que eu tô pensando, os metais de transição da tabela, eles produzem cor quando o elétron pula de um lado pro outro. E daí pode ser isso. Tanto que aqui ficou amarelo e aqui tá ficando verde.*

E: *Mmmm...*

ALN: *Então, se isso é metal de transição, acho que é de transição o nome, assim como tu tá falando fica difícil. Eles pulam de uma camada pra outra. Mas isso, também, quem falou foi um professor*

*de cursinho tentando enrolar a gente. Pode tá certo, mas tá ficando verde.*

*E: E tá ficando verde aonde?*

*ALN: Só onde tá... Pelo menos é aonde eu vejo... Só onde tá fervendo ali.*

*E: Só onde tá fervendo?*

*ALN: Só é bem localizado. Não tá ficando um líquido todo verde que nem ficou no amarelo. Não tá convencendo muito desse verde. Tá meio covarde. Ah, não, mas tá ficando! Ó, tá ficando verde bem clarinho. Olhando assim, dá pra ver.*

*E: E nessas bolinhas que saem, elas vem de dentro da substância? A cor verde sai de dentro da substância?*

*ALN: De dentro, dentro é mais complicado, no caso, né. Não sei se é dentro. Eu acho que é da quebra das ligações entre as moléculas desse sólido. Que são muito mais unidas. Cristalizadas.*

*E: E por que, no caso essa efervescência, tu nota alguma diferença entre essa efervescência e a outra efervescência?*

*ALN: Noto. Essa produz cor. Essa acontece bem mais devagar, uma reação bem mais lenta que aquela ali.*

*E: Por que essa reação é mais lenta?*

*ALN: Mmmm... Por que tu impediu a entrada de oxigênio?*

*E: Acha que isso faria diferença?*

*ALN: É. Não vi nada. É o que eu falo, pode ser que aconteça. Pode ser que impediu a entrada de oxigênio, que seria o comburente natural. Pode ser porque, eu não sei se isso também é uma queima. Acho que não. E pode ser também por vários motivos, assim. Pode ser porque a substância e água são diferentes, então ela tem propriedades diferentes. Mas pode ser porque tenha impedido a entrada de oxigênio.*

*E: Tu nota mais alguma coisa? Alguma cor pouco tênue? Alguma cor um pouco pálida?*

*ALN: Pra mim tá com vapor, então... Pode ser que pra mim tá... Tá meio nublado, poderia ser vapor.*

- E: Aquele nublado tem alguma cor pra ti?*
- ALN: Sei lá. Se tiver é um amarelo clarinho.*  
[...]
- E: Aumentou um pouquinho a cor do vapor?*
- ALN: Eu posso dizer que ele tá meio, sei lá, amarelado. Acobreado. Mas não tem uma cor... Ele não tá límpido, transparente como esse aqui. Esse aqui também tem vapores e tá bem diferente. Agora, não sei se eu posso dizer que isso é uma cor. Cor de sujo, pode ser? Uma cor de sujo? Amarelo. Eu vejo amarelo. Mas bem desmaiado.*
- E: Essa cor amarela desmaiada seria o quê?*
- ALN: Um gás.*
- E: Um gás?*
- ALN: Um resultado, um produto da tua magia.*
- E: E esse gás sai de onde? Ele tá ali dentro do líquido?*
- ALN: Esse teu dentro é muito estranho pra reações químicas. Mas, enfim, não. De dentro do líquido, não. Ele é um produto.*
- E: Ele é um produto?! É o líquido que passa a ser gás?*
- ALN: Não tenho como saber.*
- E: É o metal que passa a ser gás?*
- ALN: Não tenho a menor idéia! E eu não tenho como saber olhando.*
- E: O que tu acha que pode ser B? O A tu achou que podia ser água.*
- ALN: A poderia ser água. B poderia ser álcool. Não é álcool por causa do cheiro. Que não tem cheiro. Mas como eu não conheço muito as substâncias químicas, não tenho a menor idéia do que possa ser.*  
[...]
- E: Vai mudar o peso?*
- ALN: Não vai mudar.*
- E: Por que não vai mudar o peso?*
- ALN: Porque tu não adicionou nada, não retirou nada, mas...*
- E: O que tu acha que vai acontecer quando eu colocar essas duas*



*substâncias em contato?*

CAL (25): *O metal e a coisa? Não faço a menor idéia.*

E: *Não faz a menor idéia? Dá um chute aí.*

CAL: *O ferrinho vai ficar verde.*

E: *É o chute da lua.*

CAL: *Assim, eu quero dizer que ele vai... Ah... É oxigenar!?*

E: *Oxigenar?*

CAL: *Não, não sei se é isso que eu quero dizer. Sabe quando o ferro fica verde?*

E: *Não é oxidar?*

CAL: *Oxidar, é isso que eu queria dizer.*

[...]

E: *[Coloca-se a solução A em contato com o magnésio] Acontece alguma coisa?*

CAL: *Não.*

E: *Por que não acontece nada?*

CAL: *Porque elas não reagem entre si.*

E: *O que tu acha que pode ser a substância A?*

CAL: *A substância A pode ser água.*

E: *Por que tu acha que pode ser água?*

CAL: *Porque teoricamente não tem cheiro e porque não faz nada com o alumínio, assim, rapidinho. Eu acho que, a princípio, que seja alumínio.*

[...]

*[Coloca-se a solução A+B em contato com o magnésio]*

CAL: *Tem coisa saindo.*

E: *O que tu nota acontecendo?*

CAL: *Parou. Ahhhhh!!! Acabou?*

E: *O que tu viu acontecer?*

CAL: *O líquido queimou o metal.*

E: *Como assim, o líquido queimou o metal?*

CAL: *Ah, não sei, ele acabou o metal, comeu o metal.*

E: *O metal deixou de existir? Desapareceu?*

- CAL: *Virou fumaça.*
- E: *E o que o líquido tem que consegue queimar esse metal, fazer ele virar fumaça?*
- CAL: *Ácida.*
- E: *Como assim, ácida?*
- CAL: *Não sei, porque pra mim só ácido é capaz de fazer.*
- E: *O que o ácido tem que ele consegue fazer isso?*
- CAL: *O que o ácido tem? Eu não sei o que o ácido tem. O ácido, não sei... Eu sei que o ácido pode também explodir... Mas base também, né? Eu acho que elas... Aquela coisa de construção como se chama? Cal? Sempre me diziam pra não tocar naquilo que eu podia me queimar.*
- E: *Mas por que o ácido faz esse tipo de coisa?*
- CAL: *Mmmm... Não sei.*
- E: *Ele tava, o que ele tava fazendo ali pra esse metal sumir? Como é que tava acontecendo?*
- CAL: *Ebulição?! É, parecia umas coisas fervendo, queimando.*
- E: *O ácido tava dividindo esse metal?*
- CAL: *É, tipo assim, tava quebrando.*
- E: *Como é que taria quebrando?*
- CAL: *Não sei, uma reação química. [Risos]. Não sei!*
- E: *O que é essa fumaça que saiu?*
- CAL: *O que era? Resíduo.*
- E: *Resíduo do quê?*
- CAL: *Não sei! Da mistura da água com o metal.*
- E: *Mas tu tinha me dito que o próprio metal que era a fumaça...*
- CAL: *É, mas daí tu me olhou com uma cara e eu pensei: "Mmmmm... Não era isso."*
- [...]
- E: *[Coloca-se a solução B em contato com o cobre] O que tu nota acontecendo?*
- CAL: *A mesma coisa só que mais devagar.*
- E: *Por que é mais devagar?*

- CAL: *Não sei. Porque B é menos poderoso que X [a solução A+B]. Não! Ou porque esse cobre é mais forte do que o outro, porque o metal é mais forte que o outro.*
- E: *Como assim, mais forte?*
- CAL: *Sei lá! Não é tão... Não sei.*
- E: *O que tu nota acontecendo ali?*
- CAL: *Tá oxidando.*
- E: *Por que tá oxidando?*
- CAL: *Porque tá ficando verde.*
- E: *E o cobre oxidado é verde?*
- CAL: *É, pelo menos assim eu acho.*
- E: *E esse verde sai de dentro do cobre?*
- CAL: *Não, acho que esse verde é da superfície.*
- E: *Essas bolhinhas que saem, elas saem da onde?*
- CAL: *Do cobre.*
- E: *Elas são cobre em formato de vapor? De gás? É cobre que tá virando gás?*
- CAL: *Não faço idéia. É alguma coisa que tá saindo do cobre que tá virando gás.*
- E: *Ah, tinha um gás ali no cobre?*
- CAL: *Não! Não tinha gás. Tinha alguma coisa, quando ele tá oxidando ele tá perdendo alguma coisa, algumas... Alguns pedaços de coisas.*
- [...]
- E: *Cadê ele agora?*
- CAL: *Não tem mais.*
- E: *Que cor tá o líquido agora?*
- CAL: *Verde.*
- E: *E por que o líquido tá verde?*
- CAL: *Porque aquelas coisinhas verdes do cobre misturaram tudo.*
- E: *Por que tu acha que aqui tá mais devagar que a outra?*
- CAL: *Porque eu acho que o cobre é mais, mais resistente que o outro metal. Acho que se tu pegasse o outro metal e botasse aqui ia ser*

*mais rapidinho.*

[Solução A+B em contato com o magnésio]

CAO (27): *Ó, efervescência e tá subindo, ó, tá subindo.*

E: *O que tá subindo?*

CAO: *Tá subindo tipo dum vapor e isso vai fazer diferença provavelmente, eu não sei se a balança vai conseguir quantificar. Não foi muito, né, mas se perdeu um pouco.*

E: *Esse vapor ele é o quê? Vem da onde?*

CAO: *Provavelmente do produto daquela efervescência. A mistura AB se misturou com aquela raspinha provocou alguma coisa, alguma reação, e a reação despreendeu algum calor, não sei, e fez com que a água se transformasse, elevasse, que eu acho que quando a água...*

E: *Ah, é a própria água que evaporou?*

CAO: *Pois eu não sei quem é. Eu pra mim é um líquido.*

E: *Então não foi o metal que se transformou em vapor?*

CAO: *Eu não sei dizer, pra mim me parece que foi o líquido.*

E: *E o que aconteceu com a fitinha de metal?*

CAO: *O que aconteceu com ela? Vamos ver, tu colocou aqui dentro e é uma pergunta meio bandida... [Risos].*

E: *Ela desapareceu, deixou de existir?*

CAO: *Ela... Não, ela se transformou.*

E: *Se transformou em quê?*

CAO: *Ah, eu tenho na cabeça que aquele Lei de Lavoisier, né, o tempo tido, porque tu fica pensando: “Tá e aí, entrou, não entrou? Desapareceu?” Claro que não. São duas hipóteses, pra mim são duas hipóteses. Essa fita no momento em que tava ocorrendo aquela efervescência ela tava se misturando no líquido e não modificou nada no líquido e por isso, através desse fenômeno, a água por um motivo ao líquido teve a ebulição, né. Ai, que mistura de efervescência com a ebulição! Ah, tu entendeu, né?! Ou, então, a segunda hipótese é que em contato com a água essa*

*fitinha, por algum motivo, se transformou em vapor e não se perdeu, mas tá aqui ao redor.*

*E: Essa primeira hipótese que tu fala que a fita por ter entrado em contato com o líquido ela poderia ter se misturado, a fita foi se misturando...*

*CAO: Ela se transformou e se misturou no líquido. Foi tipo um sorrisal assim, sabe.*

*E: Ah, sim, mas eu tinha um metal sólido antes, né. Quando ele se misturou o metal virou líquido?*

*CAO: [Silêncio] Não... Tu fala tipo gelo ou não?*

*E: Mas tu não consegue mais enxergar eles?*

*CAO: Não.*

*E: Por quê?*

*CAO: Porque provavelmente a primeira hipótese tá errada.*

*E: Por que essa primeira hipótese tá errada se tu não enxerga?*

*CAO: Não é porque eu não enxergo, porque... Ai, essas perguntas me confundem. [Risos]. Bom, nessa primeira hipótese não que eu não enxergue, mas os pigmentos podem se tão pequenininhos que a olho nu eu precise de uma lente que aumente pra eu poder enxergar.*

*E: Os pigmentos, tu fala, são os que davam cor?*

*CAO: Pigmentos não, as coisinhas do metal. As coisinhas. Pigmento é o que dá cor...*

*E: O que tu acha que pode ser esse líquido?*

*CAO: Não tenho nem idéia. Um ácido.*

*E: Um ácido. Por que tu acha que pode ser um ácido?*

*CAO: Porque causou uma reação na casquinha. Não sei o quê que deu que evaporou, sei que tinha e que foi o ácido, mas é a única coisa que vem na minha cabeça que possa...*

*E: Que propriedade que o ácido tem que consegue fazer isso com a fita? Por que ele consegue fazer isso com a fita?*

*CAO: Por que ele consegue fazer isso com a fita? Eu sei que ele é ácido porque... Porque ácido me lembra outra coisa, então... Não sei,*

*pelo pH? Não sei.*

A articulação explicativa através da idéia de reação ou transformação da natureza da matéria é precedida, algumas vezes, daquelas dificuldades que já foram vistas nas categorias anteriores, como a interpretação de hiperconservação da natureza da matéria, sugerindo que a substância sólida e metálica poderia ser liqüefeito:

*E: O que tu notas acontecendo?*

*SAM (20): Tá fazendo bolinhas... tá fervendo.*

*E: Por que o líquido tá fervendo?*

*SAM: Porque ele entrou em contato com o metal.*

*E: Que líquido que ferveu?*

*SAM: O B! Antes foi com o A, né, que tu colocou? O B!*

*E: Por que o líquido B ferveu?*

*SAM: Porque ele entrou em contato com o metal, não sei.*

*E: Tu notas alguma coisa de metal [magnésio] aí?*

*SAM: Não.*

*E: Além do líquido ter fervido tu notou mais alguma coisa acontecendo?*

*SAM: O metal se misturou aí, derreteu. Ele se transformou em líquido eu acho.*

*E: O metal se transformou em líquido?*

*SAM: Eu acho que sim.*

*E: Tu notou algum vapor também ou não ali?*

*SAM: Sim.*

*Esse vapor que tu notou... o metal poderia só ter fervido?*

*SAM: Sim, acho que sim.*

*E: Vê se ficou quente?*

*SAM: [O sujeito toca no vidro] Não.*

*E: Se tivesse fervido...*

*SAM: Ah, sim. Eu falei ferver porque fez bolinhas, na verdade ele só evaporizou....*

*E: E o que são essas bolinhas que fez?*

*SAM: O que são as bolinhas? Boa pergunta... Não sei.*

- E:* Então tu achas que o metal pode ter virado vapor, pode ter virado líquido...
- SAM:* Vapor é um líquido... acho que sim. É.
- E:* E por que poderia ter virado ou vapor ou líquido?
- SAM:* Porque ele entrou em contato com o líquido B.

A redefinição das hipóteses é verificada nessa categoria, à medida que são realizadas outras reações. Por exemplo, em pensamentos que apresentavam dificuldade na justificação a partir de esquemas corpusculares, os sujeitos frente a reação do segundo metal, cobre, com a substância ácida, refazem sua hipótese e surge um esboço de explicação corpuscular.

- E:* Nota alguma coisa acontecendo [cobre e a solução B]?
- THA (19):* Tá borbulhando ali em volta do metal.
- E:* É parecido com o que aconteceu antes [magnésio com a solução B]?
- THA:* Não. Não, bom, porque a de antes foi bem rápido. E esse tá sendo mais gradativo.
- E:* Por que o de antes foi bem rápido?
- THA:* Não sei. É tudo uma questão de tempo, assim.
- E:* O que faz variar esse tempo?
- THA:* Têm várias coisas. Por exemplo, como tu coloca as substâncias pra reagir, porque esse aqui tá como se tivesse lascado e esse aqui tá inteiro, então, faz diferença. E, também, o metal talvez ele já reaja mais devagar com o líquido ou qualquer coisa desse tipo.
- E:* E além desse borbulhar, tu tá vendo mais alguma coisa acontecer?
- THA:* Uma mudança de cor. Um verde. Como aqui tá mais verde do que o resto e agora que o verde tá se alastrando, quer dizer que ele surge do metal mesmo.
- E:* Ele sai de dentro do metal, a cor verde?
- THA:* É, não dá pra dizer que sai de dentro do metal, dá pra dizer que alguma coisa que constitui o metal vai se desprendendo, pode-se dizer, vai reagindo e formando alguma coisa.

- E: *Substância metálica, então, é uma substância composta de duas coisas e que elas se separam?*
- THA: *Não necessariamente. Não precisa ser. Pode ser que o contato dos dois tenha formado alguma coisa diferente, mas o metal seja o mesmo. Porque eu não sei o que vai acontecer quando a reação terminar, se o metal vai sumir ou vai continuar ali. Sumir, não. Se transformar.*
- E: *Se transformar em que? Em que se transformaria esse metal?*
- THA: *Pois é, podia acontecer que nem aconteceu com aquele ali se diluir e ficar um líquido.*
- E: *Por que ele se dilui, então? O que acontece pra ele se diluir?*
- THA: *Ah, tu colocou ele no líquido, então, provavelmente tu teve uma reação. Pode, ele pode se desprender, assim, tipo em partezinhas minúsculas, não tá vendo? Tá ali ainda, mas tu não pode ver.*
- E: *Como assim, partezinhas minúsculas?*
- THA: *É a mesma coisa do açúcar na água de novo, entendeu. Se tu pôr um monte de açúcar na água o açúcar continua ali, só que tu não misturar faz uma diferença no líquido. E o açúcar continua ali. É, continua ali só que tu não consegue ver.*
- E: *E aqui, no caso, então o metal cobre continua ali também do mesmo jeito que tava só que mais dividido?*
- THA: *É, não. Não, agora ele já não é mais a mesma coisa, porque agora tu já misturou e já causou uma reação. Agora ele já não é a mesma coisa.*
- E: *Ah, então eu não vou ter mais a mesma coisa? São coisas diferentes?*
- THA: *Não, não. Agora são coisas diferentes.*
- E: *E como é que iam aparecendo essas coisas diferentes?*
- THA: *A mistura dos dois. São duas coisas diferentes que quando tu uniu se formou outra coisa diferente.*
- E: *Sim, mas aqui eu misturei as duas coisas [A e B] e continua com as mesmas características...*
- THA: *Isso eu não sei. Eu não sei se continua as mesmas características,*



*porque não causou uma mudança visível, mas talvez não seja a mesma coisa. Se os líquidos são diferentes, então talvez não seja a mesma coisa. Só que aqui no amarelo e aqui no verde causou uma mudança visível que ficou aqui no vapor. Outras podem ser que não.*

*E: O que tu acha que vai acontecer quando eu colocar o líquido B em contato com essas substâncias que tu diz que são cobre?*

*SAM (20): Acho que vai acontecer alguma coisa, alguma reação química sei lá, mas não sei qual.*

*E: Tu tá conseguindo enxergar o que tá acontecendo, vê alguma coisa?*

*SAM: Eu acho que sim.*

*E: Quando eu coloquei o líquido B em contato com outro metal, o que aconteceu?*

*SAM: Uhhh, começou a aparecer bolinhas ali no líquido e o metal sumiu e apareceu vapor ali no vidro.*

*E: Tu nota alguma coisa acontecendo?*

*SAM: Uhhhh... o metal tá, tá se decompondo, sei lá, tá...*

*E: E ele tá se decompondo de que forma?*

*SAM: Ele tá, não sei, as partículas dele tão se misturando com o líquido.*

*E: Tu nota alguma cor surgindo?*

*SAM: Verde.*

*E: Esse verde surge da onde?*

*SAM: Do metal.*

*E: De dentro do metal?*

*SAM: Não da reação dele com o líquido.*

*E: E como é que acontece essa reação do líquido com o metal?*

*SAM: Ah, eu não sei.*

*E: Esse azul é o quê? Ou esse verde é o quê?*

*SAM: É azul ou verde tanto faz. É... um metal eu acho.*

*E: O metal se transformou em líquido?*

*SAM: Sim.*

- E: Mas aí quando eu misturo o líquido todo fica mais esverdeado?*
- SAM: Uh-hum.*
- E: Então o metal tá se transformando em líquido?*
- SAM: Sim, ele tá se misturando.*
- E: E por que o metal tá se transformando em líquido?*
- SAM: Não, eu não sei se ele tá se transformando em líquido, eu acho que...que ele tá... ele não parece que tá se transformando em líquido porque ele tá ali inteirinho ainda. Ele só tá, só tem algumas substâncias que deixa o outro, que deixa o líquido...  
[Fim de um lado da fita].*
- E: Tu estavas me dizendo que esta cor amarelada ela parece um vapor, um gás. De onde é que surgiu esse vapor e esse gás?*
- SAM: Da reação entre o líquido e o metal.*
- E: Tu achas que o metal está, parte dele está se transformando numa outra substância que tem essa cor azulada e a outra parte do metal está se transformando numa substância que tem essa, gasosa, que tem essa cor...*
- SAM: Não, eu acho que... que isso aqui não é só o metal, é o produto da mistura, entendeu? O amarelado assim, o azulado é produto da mistura, não só o metal.*
- E: O que tu achas que é A?*
- SAM: A? Água.*
- E: Água? E o que tu achas que é B?*
- SAM: Pra fazer isso? Acho que é um ácido*
- E: E se for um ácido, o que tu achas que está acontecendo aqui, então?*
- SAM: Ai, tá corroendo o metal...*
- E: Como é que tu achas que estaria corroendo o metal?*
- SAM: Não sei.*
- E: Por que o ácido consegue corroer o metal e a água não consegue corroer o metal?*
- SAM: Não sei porquê. Porque eles têm características diferentes, mas não sei quais, ou não lembro...*

- E: Como é que tu acha...*
- SAM: Não é porque o  $H^+$ , o ácido, ele se dissocia bem mais fácil do que o óxi, o Hidrogênio da água? Em contato com certas substâncias ele se dissocia bem mais fácil e aí ocorre a reação, né? Não é só isso...*
- E: Mas esse  $H^+$  que tu estás falando, como é que ele tá, como é que tá corroendo o metal, o que está acontecendo pra ele corroer o metal?*
- SAM: É que ele se liga com algum, algum íon do metal, algum... não sei se é íon que se fala...*

Essa dupla hipótese, em sua característica condicional, também, aparece nas idéias sobre a conservação da quantidade:

- E: E se tu for lá tirar o lacre da balança [magnésio com solução B], o que tu acha que vai acontecer?*
- THA (19): Eu acredito que vai pesar menos.*
- E: Por que vai pesar menos?*
- THA: Porque tu perdeu alguma coisa com essa saída, então acho que vai pesar menos.*
- E: E o que é essa coisa que tu perdeu?*
- THA: Ah, a mesma coisa que causa, é a coisa que causou o vapor que tu perdeu, porque o vapor saiu, então provavelmente vai pesar menos.*
- E: Larga o lacre ali pra mim...*
- THA: Tá pesando a mesma coisa... É, tá pesando a mesma coisa.*
- E: Tu tinha achado que não ia pesar a mesma coisa, né?*
- THA: É. Tinha achado que ia pesar menos. Porque tu perdeu alguma coisa.*
- E: E isso que tu perdeu, tu acha que pesava muito?*
- THA: Não, acredito que não. Não, não. É, talvez. Talvez por ser muito leve... Não tenha a precisão pra notar o que se perdeu e seja a mesma coisa. Porque aqueles pedacinhos de metal não deviam pesar muita coisa também.*

- E: Mas o metal foi embora ou tá ai dentro ainda?*
- THA: Se a hipótese dele ter se tornado vapor tiver certa, então não. Uma parte dele sim, se ele se dissolveu continua ali.*  
*[...]*
- E: Se eu largar ali o que tu acha que vai acontecer em relação ao peso?*
- THA: Ah, eu acho que o peso vai aumentar.*
- E: Por que tu acha que o peso vai aumentar?*
- THA: É que antes eu achei que o peso ia diminuir porque perdeu alguma coisa e agora eu acho que vai aumentar porque tu não perdeu porque tu botou esse negócio aqui.*
- E: Mas eu pesei com o balão junto...*
- THA: Não, eu digo dessa vez tu não perdeu o vapor que formou, mas antes não fez diferença, então... Ah, deveria pesar a mesma coisa então.*
- E: Por que deveria pesar a mesma coisa?*
- THA: Baseado no de antes, porque se antes tu perdeu, tu fez a reação e não mudou o peso não nessa também não deveria acontecer nada. Não deveria. Não deveria mudar o peso, porque têm os mesmo componentes e aquela hora o vapor não contou na pesagem, então agora não deveria contar igual.*
- E: Se liberar lá o lacre o que tu achas que vai acontecer [magnésio com o ácido]? Que a massa vai continuar igual, vai modificar, vai ser maior, vai ser menor?*
- SAM (20): Acho que vai ficar um pouco menor.*
- E: Por que ficaria um pouco menor?*
- SAM: Porque me parece que tem menos líquido aí... tem menos. Talvez um pouco do líquido vire vapor também, né?*
- E: Pega ali o lacre pra mim, por favor...*
- SAM: Tá igual.*
- E: E por que ficou igual?*
- SAM: Não sei eu acho que... tá, então o líquido não virou vapor, o que*

*virou vapor foi o metal e, então tem a mesma quantidade.*

*E: O metal virou vapor?*

*SAM: Eu acho que sim.*

*[Reação do cobre com o ácido].*

*E: E se largar ali o lacre da massa, o que tu achas que vai acontecer? O lacre da balança?*

*SAM: Acha que vai estar igual.*

*E: Por que tu achas que vai estar igual?*

*SAM: Sei lá. Porque está ocorrendo uma reação não, não tirou nada, não botou nada.*

### Categoria VII

Nesta categoria permanecem as explicações corpusculares e conservação da quantidade da matéria, entretanto elas são apuradas, acrescentando-se idéias para os mecanismos envolvidos nas explicações corpusculares, podendo-se, inclusive chegar às noções cientificamente aceitas.

*E: Tá vendo essa substância?*

*LAU (26): Magnésio, que eu lembro das aulas de química. Eu lembro que se botar fogo sai umas estrelinhas.*

*E: Então é o seguinte, eu tenho magnésio e magnésio é o quê?*

*LAU: É um metal, né!*

*E: Bom, então o que tu acha que vai acontecer quando eu colocar essa substância A em contato com esse metal?*

*LAU: Não sei, vai dissolver esse metal.*

*E: Se dissolver esse metal, o que tu acha que pode ser A?*

*LAU: Acho que uma coisa meio ácida. Um tipo de coisa corrosiva.*

*E: Então vamos lá ver...*

*LAU: Não mudou nada. Tá boiando só.*

*[...]*

*LAU: Não sei, agora depois que tu fez acho que, sei lá, acho que o líquido aquele pra mim passa a idéia, a idéia que me passa é que é uma coisa, uma água. Mas ao mesmo tempo pode ser uma outra coisa que eu não sei o que é.*

[Solução A+B com a fita de magnésio].

- LAU: *Agora esse vai acontecer alguma coisa.*
- E: *Por que tu acha que esse vai acontecer alguma coisa?*
- LAU: *Porque nesse não aconteceu nada.*
- [...]
- E: *E agora quando eu colocar essas duas coisas em contato, tu espera que aconteça o quê?*
- LAU: *Tá, que frite o magnésio ali.*
- E: *Frite o magnésio?! Mmmm... E por que fritaria o magnésio?*
- LAU: *Ah, porque eu ia achar legal. [Risos]. Não sei, eu fui imaginando, que já que tu tá me propondo mostrar coisas, né, a minha cabeça já sai do princípio que tu vai me mostrar alguma coisa acontecer.*
- E: *Aqui não aconteceu nada [com A]!*
- LAU: *Ah... Ah, mas eu acho que vai acontecer alguma coisa. Ah, eu acho assim, que a gente sempre olha essas coisas químicas assim e tu sempre acha que vai acontecer alguma coisa.*
- E: *Bom, vamos lá [coloca-se em contato as substâncias].*
- LAU: *Ó, viu.*
- E: *O que tu nota acontecendo?*
- LAU: *Ah, ele tá dissolvendo o magnésio, tá saindo umas lasquinhas.*
- E: *O magnésio tá se transformando em fumaça?*
- LAU: *Ãhã!*
- E: *Tá virando, o magnésio tem fumaça? Essa fumaça que tá saindo...*
- LAU: *Não, eu acho que não, acho que era uma terceira coisa.*
- E: *Ah, e da onde é que saiu essa terceira coisa?*
- LAU: *Da mistura dos dois. Por quê?*
- E: *O que aconteceu com o magnésio?*
- LAU: *Sumiu.*
- E: *Deixou de existir?*
- LAU: *Não, ele tá no lugar do ar aqui. Mas, não, tá a outra coisa assim.*
- E: *Essa outra coisa é o quê?*
- LAU: *É fumaça, sulfato de magnésio. Uma coisa assim.*
- E: *E por que seria sulfato de magnésio ou coisa assim?*

LAU: *Porque ele teria misturado com o líquido e formado uma terceira coisa.*

E: *Então, no caso, esse líquido teria uma característica que se associaria com o magnésio formando uma outra coisa? Então quando tu falou “sulfato de magnésio”, na verdade tu acha que esse líquido seria o quê?*

LAU: *Uma coisa corrosiva, um ácido... Sei lá ou dióxido de enxofre como eles falam.*

E: *O que esse ácido teria que faria essa, o que aconteceria, por que o ácido fez essa ou não foi o ácido que fez acontecer com o magnésio?*

LAU: *Não sei, acho que ele queimou, assim. Aquela coisa ácida que tu diz até de limão, não sei o que, até no dito popular de dizer: “Ai, quando uma coisa é ácida ela sempre corrói, queima, enferruja, sei lá, faz alguma coisa.” Por isso que dá a entender que ela pelo, pela coisa na forma de “fritar” que eu falei antes, parece que tu tá corroendo uma coisa, não é que tu tá... Não parece que tu tá simplesmente misturando aquilo, parece que tu tá agredindo. Acho que é uma reação química que solta energia, sabe, que eu falei antes. Uma coisa mais...*

E: *E o que tu acha que ele tem que pode corroer essa substância?*

LAU: *Ai, não lembro o que é. Ai, ele tem, não sei, tem uma coisa, tem um... Não sei, uma química diferente, um modo. Não sei.*

E: *Como se tu tivesse uma agulha e que ia abrindo a substância por dentro e ia separando a substância toda e decompondo a substância, corroendo a substância?*

LAU: *Não, acho que uma coisa meio de dissolvendo, assim.*

E: *Como é que tu imagina essa dissolução?*

LAU: *Eu acho uma coisa Nescau no leite. É que a substância dissolveu, derreteu o magnésio independente dele ser sólido ele se diluiu, se soltou.*

E: *Se tu conseguisse imaginar, por exemplo, essa substância lá magnésio, esse ácido bem, bem, bem, bem pequenininho. O que tu*

*acha que o ácido teria pra fazer o magnésio se decompor?*

*LAU: Eu acho que, lembrando as minhas aulas de química, sei lá, de repente o ácido tem uma, o ácido ou o magnésio, tem uma, como se diz, uma ligação em aberto e rouba do outro.*

*E: Como o quê?*

*LAU: Sei lá, os elétrons, essas coisas assim... E daí aquilo vai se desmanchando, vai comendo assim, né, vai tirando do outro.*

*E: E depois dele roubar esses elétrons como que ficaria o magnésio daí?*

*LAU: Ele perderia sua característica, perdeu sua característica física dele ali, né.*

*E: E não tem nada de magnésio no líquido?*

*LAU: Acho que tem.*

*E: Então tu acha que o magnésio...*

*LAU: Não, acho que não tem magnésio acho que de repente tem elétrons que vieram do magnésio.*

*E: Essa substância sólida aqui te parece com alguma coisa? Pode me descrever ela um pouquinho?!*

*LUR (31): É um metal.*

*[...]*

*E: O que tu acha que vai acontecer quando eu colocar a substância A em contato com o metal?*

*LUR: Acho que vai acontecer alguma coisa que vai... Acontecer alguma reação que vai dissolver o metal. Alguma coisa assim.*

*E: Por que tu acha que poderia dissolver o metal?*

*LUR: Não sei, porque eu já vi essa... Alguma vez essa experiência, né, com o metal. Não sei direito o que é, mas eu sei que dissolve.*

*E: E tu sabe porque dissolve o metal. Se tu tem alguma mudança?*

*LUR: Eu não me lembro. Eu não fui muito bom em química, não dá pra mim... Mas eu sei que alguma reação. Como eu vou dizer, eu não me lembro direito o que é.*

*[...]*



- E: Por que tu achas que não aconteceu nada?*
- LUR: Porque o líquido não é, não tá reagindo com aquele metal! Não tem uma propriedade química que combine com aquela, com aquele metal ali.*
- E: Que tipo de propriedade tu esperaria que ter pra que combinasse. Pra que tu tivesse reação com o metal?*
- LUR: Não sei. Acho que poderia ser um ácido. Alguma coisa.  
[...]*
- E: O que tu acha que vai acontecer quando eu colocar esse líquido A mais B em contato com a fita metálica?*
- LUR: Não tenho certeza do que pode acontecer. Pode ocorrer uma reação. Se a reação... Provavelmente pode ser diferente da outra porque tem um líquido diferente.*
- E: Qual é o líquido diferente?*
- LUR: É o B. O A não reagiu.*
- E: E se reagir, por que tu acha que reagiria?*
- LUR: Ou porque é o B que tá agindo ou porque a mistura do A mais o B pode causar isso.*
- E: [Colocam-se em contato as substâncias] Tu nota alguma coisa acontecendo?*
- LUR: Ele tá dissolvendo e tá gerando calor, eu acho. [O sujeito toca no erlenmeyer] Não dá pra sentir...*
- E: O metal, ele virou esse gás?*
- LUR: Não sei se foi só o metal, mas sei que se transformou em gás. Ajudou na... Ajudou na reação. Agora só o metal acho que não. Acho que foi a combinação dos dois é que virou esse gás.*
- E: E da onde surge esse gás. Da combinação, mas... Ou tu poderia tentar me dizer de que forma.*
- LUR: Acho que combinando elementos das duas substâncias gerou uma...*
- E: Que tipo de elementos poderiam ter formado esse gás?*
- LUR: Pode ter sido uma reação de troca, né! Na substância pode ser tido mais de um tipo de elemento, né. Tinha mais de um elemento,*

*tanto que eram dois diferentes. Aí, um deles pode ter combinado, feito a troca, desse metal sei lá, eletronegativo. Alguma coisa deve ter unido os átomos, as forças e deu o resto.*

*E: E o metal, quando desapareceu, o que aconteceu com ele que não se consegue mais vê-lo?*

*LUR: Ah, ele se transformou em outro... Outra substância. Talvez o gás ou talvez uma outra substância dentro da... Não sei te dizer se foi ele que evaporou misturado com outro ou se ele trocou e liberou A ou B.*

*E: Por que aqui a reação aconteceu e aqui outra não?*

*LUR: Porque aqui o A não tem as propriedades que o A e o B têm misturados.*

*[...]*

*E: [Reação da solução B com cobre] Nota alguma coisa acontecendo?*

*LUR: Ele tá reagindo. Tá saindo algumas bolhas verdes.*

*E: Da onde tão saindo essas bolhas? Sai de dentro do metal? No caso, ela tava dentro do metal?*

*LUR: Não. É da reação na superfície dele que tá... Mas não dá pra dizer. Eu imagino que seja da superfície de contato da substância que tá ocorrendo a reação.*

*E: E essa cor, ela tá surgindo da onde?*

*LUR: Essa cor, ela surge do material que tá reagindo e tá se transformando nessa outra substância que tem essa cor verde. O cobre, quando ele fica, fica assim, oxidado, velho, ele fica esverdeado.*

*E: E por que tu acha que ele fica esverdeado?*

*LUR: Ele muda a característica dele, sei lá. Vira algum... Combina e aí... Agora, porque fica outra cor eu não sei.*

*[...]*

*E: Tu nota alguma outra cor aqui dentro desse vidrinho?*

*LUR: Sim. Tá ficando... Meio opaco, assim, cor meio amarelado.*

*E: Da onde tu acha que surge essa cor amarelada?*

*LUR: Ai, sai dessa mistura de ácido que tá sendo liberada ali dessa reação. Que tá resultando dessa reação.*

*[...]*

*E: Que tipo de substância poderia ser a B pra ela ter reagido com os metais?*

*LUR: Eu acho que ela pode ser um ácido.*

*E: Se for um ácido, te ajudaria a explicar porque do surgimento do gás?*

*LUR: Eu acho que sim. Eu sei que ele troca, né. Quando é ácido têm hidrogênios, aí faz um troca, uma liberação.*

A comparação entre os efeitos de ionização dos metais é um momento oportuno para verificar o pensamento hipotético dessa categoria:

*E: Essa substância sólida aqui o que ela te parece?*

*LAU (26): Parece cobre. Tem aqueles fios, assim, me lembra o fio de eletricidade, né, que é assim de cobre, né.*

*E: O cobre é parecido ou é diferente do magnésio?*

*LAU: Ele tem uma cor diferente, tem um... Têm várias coisinhas diferentes, aquele corzinha mais dourada, assim, e o jeito dele se apresentar em lascas. O magnésio era mais compridinho.*

*E: O cobre e o magnésio são o mesmo tipo de substância?*

*LAU: Não. Os dois são metais, mas eles são diferentes, então devem reagir diferentes, mas parecido ao mesmo tempo porque são metais.*

*E: O que poderia ser diferente ou parecido entre eles?*

*LAU: Acho que parecido porque os dois são metais, então eles devem ter, se eles são da mesma categoria, é porque eles têm características semelhantes em reações e situações semelhantes.*

*E: E diferentes por que seria diferente?*

*LAU: Ah, porque se eles tem nomes diferentes é porque têm alguma coisa de diferente.*

*E: E que tipo de reação...*

*LAU: Não necessariamente na reação, de repente, sei lá, de repente um*

*é mais... Eu acho que o magnésio é mais volátil que o cobre e porque o cobre é mais resistente.*

*[...]*

*E: Tu falou que tava mais lento, por que essa reação tá mais lenta que a anterior?*

*LAU: Não sei, acho que é porque eles são coisas diferentes, né.*

*E: O que diferente?*

*LAU: O metal diferente e o líquido diferente. De repente o outro líquido potencializava mais, ficava mais veloz. Catalisava.*

*E: O que tu acha que é esse líquido verde?*

*LAU: Não sei. Não sei, assim, acho que é uma coisa meio ácida.*

*E: O líquido deu uma coisa meio ácida e a reação de A mais B tenha formado uma outra coisa e tu acha que...*

*LAU: É, eu acho que o A mais o B é um ácido. Eu acho que B é uma coisa meio ácida, uma coisa que se torna um ácido, mas não é ainda.*

*E: Tu acha que o B não é tão ácido como a soma de A mais B, então?*

*LAU: Acho que não, porque essa parece muito mais lento. A coisa de modificar o metal e não tem as fumacinhas, não é tão consistente quanto a do magnésio era. Parece que eu via a fumaça subindo, aqui parece que ela fica na água, assim.*

*E: Pode fazer alguma comparação entre essa reação que tá acontecendo aqui [cobre com solução B] e essa outra que aconteceu com o outro metal [solução A+B com magnésio]?*

*LUR (31): Aquela outra foi bem mais rápida.*

*E: E por quê?*

*LUR: A outra foi bem mais rápida e... Porque é uma propriedade daquele outro metal. É que, também, tu tava com, essa aqui é só o B, né? E aquela outra tu tinha o A mais B. Então o A facilitou alguma coisa ali.*

*E: O que tu acha que pode ter facilitado? Característica do metal ou esse fato de ser A mais B?*

*LUR: Assim, só com aquela experiência não dá pra dizer. Eu acho. Só se tu fizer só com o B. E aquele outro ali. O outro metal ali. Dá pra ter uma noção do que dá pra acontecer, agora... É que são substâncias diferentes.*

*[...]*

*E: [O experimentador realiza a reação sugerida pelo sujeito, magnésio com a solução B].*

*LUR: Foi bem mais rápida do que aquela outra. É, só o B foi mais rápido do que o A mais B. Não sei se eu observei muito bem aquela reação. O certo é que foi muito rápida.*

Finalmente, os pensamentos classificados nessa categoria podem conter explicações corpusculares que se a assemelham ao conhecimento científico aceito, por conter uma descrição dos movimentos de trocas envolvidos entre os corpúsculos que fazem parte dos diferentes metais.

*E: [Solução A+B com magnésio] O que tu nota acontecendo?*

*JUL (25): Tá queimando, né, o troço. Queimou todo.*

*E: Como assim queimou? O que aconteceu com o metal?*

*JUL: Ah, sei lá, os átomos do metal se desintegraram.*

*E: Não existe mais metal ali, então?*

*JUL: Não existe mais!*

*E: Ele sumiu, deixou de existir?*

*JUL: Sumiu. Perdeu pro , perdeu pro outro.*

*E: Como assim pro outro? O líquido?*

*JUL: É, o líquido, né. Os átomos do outro líquido.*

*E: E pra onde é que foram os átomos do metal?*

*JUL: Eu acho que agora tão compondo o líquido.*

*E: Como assim compondo o líquido?*

*JUL: Porque eles se desestruturaram, então e eu acho que eles não acabaram, não desapareceram. Eu acho que, na verdade, eles só deixaram de tá formando aquele outro corpo e agora tão formando, tão fazendo parte de um outro.*

*E: Eles tão dentro do líquido agora?*

- JUL: Tão. Agora eles estão no líquido. É um corpo só.*
- E: O metal virou líquido?*
- JUL: O metal agora é o líquido.*
- E: Ele é o líquido ou ele virou o líquido?*
- JUL: Ele é o líquido. Ele é o líquido.*
- E: Ele é o líquido ou ele tá dentro do líquido?*
- JUL: Ele tá dentro.*
- E: Ele tá dentro do líquido de que forma?*
- JUL: Mmm... [Pausa] Não sei. Eu acho que ele tá lá com outras propriedades.*
- E: E por que eu não consigo enxergar mais ele?*
- JUL: Tu diz o metal? Porque... [Pausa]. Ai!*
- E: Que líquido pode ser esse? Esse líquido pode ser o quê?*
- JUL: Com certeza um líquido ácido.*
- E: Um líquido ácido, por que um ácido?*
- JUL: Porque ele queimou, fez a chapinha queimar, né. Ai, eu diria assim, não sei se eu posso chamar isso de oxidação? Mas também, porque quando tu vê, assim, o ferro ou qualquer oxidando tu vê que ele vai se deteriorando, então eu acho que...*
- E: O que um ácido tem que ele pode fazer a chapinha de metal se queimar, como tu disse?*
- JUL: Deixa eu me lembrar. Mmm... Eu acho que ele rompe as ligações químicas do outro, da outra substância que seria o metal.*
- E: E como é que o ácido rompe essas ligações?*
- JUL: Ele atrai, sei lá.*
- E: Ele atrai o quê?*
- JUL: Sei lá, ele atrai os átomo do metal pra si.*

Novamente, a comparação entre as reações é um momento para verificar a proficiência do pensamento dessa categoria:

- JUL (25): Aqui, por exemplo, eu noto que o outro foi mais instantâneo [magnésio com A+B], né, e dentro de, assim, rapidamente ele deixou de existir. Esse [cobre com B] não, esse demora mais pra...*

*E: Por que esse é mais demorado?*

*JUL: Eu acho que... Porque talvez as ligações químicas daquele corpo sejam mais fortes, então... É difícil de romper.*

*E: Desse corpo aqui que tu tá dizendo?*

*JUL: Do metalzinho. Diferente daquele que tu tá dizendo.*

## CAPÍTULO IV: CONCLUSÕES

Nestas conclusões, seguindo uma orientação que é encontrada nos relatórios de pesquisa de Piaget, e de seus colaboradores, que trás os resultados finais das pesquisas em uma seção à parte, tratar-se-á dos modelos causais de adolescentes e de adultos para as mudanças de estado e a transformação química da matéria.

Ao fim, após serem enunciados tais modelos, fazem-se algumas considerações gerais, onde se indica a continuidade do projeto de pesquisa que tem esta tese como um momento de integração necessária.

### 4.1) Os modelos causais sobre a mudança de estado da matéria.

Os experimentos sobre mudança de estado da matéria, utilizados nesta tese, possuem, basicamente, uma característica em comum: ocorre o transporte da substância de um lugar para outro lugar. Assim, uma vez que a substância se conserva, esse transporte seria justificado pela mudança de estado e pelas diferenças de volume que uma mesma substância apresenta em estados físicos diferentes.

Antes que se enunciem os modelos causais, pode ser útil uma rápida revisão dos excertos categorizados. Nesse sentido, as tabelas 1 e 2 apresentam a distribuição das categorias em adultos e adolescentes para as mudanças de estado analisadas.

**Tabela 1** – Distribuição das categorias em adolescentes e adultos para as mudanças de estado do éter.

<b>Categorias</b>	<b>Adolescentes</b>	<b>Adultos<sup>13</sup></b>
Categoria I	0	0
Categoria II	0	1
Categoria III	3	0
Categoria IV	10	3
Categoria V	0	3
Categoria VI	3	11

---

<sup>13</sup> Neste estudo há um sujeito adulto a menos, uma vez que houve a perda de uma parte da entrevista realizada.



**Tabela 2** – Distribuição das categorias em adolescentes e adultos para as mudanças de estado do iodo.

<b>Categorias</b>	<b>Adolescentes</b>	<b>Adultos</b>
Categoria I	7	0
Categoria II	7	10
Categoria III	0	3
Categoria IV	2	1
Categoria V	0	2
Categoria VI	0	3

Entretanto, são muitas as características perceptíveis, de legalidade e de causalidade que intervêm na compreensão das transformações subjacentes aos experimentos, entre elas:

- A substância líquida (éter) é incolor e transparente.
- A substância sólida (iodo) é cinza e de aparência metálica.
- As substâncias estão contidas dentro de recipientes de vidro e por eles não transvasam.
- As substâncias são aquecidas com a chama de uma vela ou com o calor de água aquecida.
- A substância líquida é vaporizada pelo aquecimento da água.
- A substância sólida é sublimada pelo aquecimento da chama de uma vela.
- O éter é vaporizado e liquefeito em sistema fechado (balões de vidro ligados por um tubo de vidro).
- O iodo é sublimado e cristalizado em sistema aberto (tubo de ensaio).
- O vapor do éter não possui características perceptíveis pela visão.
- O vapor do iodo é colorido (violeta).
- O éter em estado de vapor é expandido e tende a ocupar todo o espaço do recipiente de vidro em que está contido.
- O iodo em estado de vapor é mais denso que o ar e, por isso, não sai do tubo de ensaio.
- O vapor de éter quando resfriado é liquefeito.
- O vapor de iodo quando resfriado é sublimado na forma de cristais (cristalização).

- A liquefação do éter pode ocorrer no tubo de vidro ou no balão de vidro que se encontra submerso em água gelada.
- Quando a liquefação do éter ocorre no tubo de vidro, nota-se um filamento de líquido que corre em direção ao balão que está na água gelada. O éter liquefeito é arrastado por ser vapor.
- O vapor do iodo é resfriado em contato com o vidro do tubo ensaio, em sua parte superior, na parte mais distante da chama.
- O éter liquefeito e o iodo cristalizado possuem as mesmas propriedades das substâncias iniciais, quando aquecidos ocorre a vaporização e a sublimação das substâncias, respectivamente.

O conjunto dessas características deve ser, de alguma forma, integrado para que se possa formular um esboço explicativo para o comportamento das substâncias utilizadas nos experimentos que fizeram parte da tarefa de pesquisa desta tese. As diferentes características que são percebidas e deduzidas, as diversas integrações delas realizadas e a natureza das justificativas que acompanham essas integrações produzem diversos modelos causais sobre a mudança de estado da matéria.

Foram diferenciados cinco modelos. Cada um deles pode ser encontrado em sujeitos classificados dentro de categorias diferentes.

#### **Modelo A: dos comportamentos estranhos dos materiais.**

Esse modelo integra as conservações e as transformações percebidas ou deduzidas pelos sujeitos em uma matriz onde os materiais possuem propriedades estranhas ao seu fim ou ao seu aspecto. As justificativas dadas às transformações manifestam, preponderantemente, pensamentos de natureza animista.

Através desse modelo não seriam percebidas ou deduzidas as mudanças de estado por que passa o éter. Dessa forma, o líquido incolor e transparente contido no balão de vidro, submerso na água quente, não agüenta ou não suporta o calor e sai do balão em direção à água quente, através de alguns orifícios invisíveis, mas existentes. Não há mudança de estado da matéria, há o transvasamento do líquido apenas.

O material vidro do qual é feito o balão, que é o recipiente para o líquido, perde essa sua propriedade e o líquido passa a ter a capacidade de atravessá-lo. Embora não se tenha registrado justificativas claras para isso, depreende-se que isso poderia ser imaginado devido a alguma dilatação que o material vidro poderia sofrer frente ao calor, abrindo-se orifícios em sua superfície pelos quais o líquido passaria.

O aparecimento de líquido junto ao balão submerso na água gelada é explicado de maneira semelhante. Uma porção de água gelada não suportaria ou agüentaria o frio e se abrigaria ou se protegeria no balão. Novamente, haveria o transvasamento através de orifícios invisíveis, mas existentes no vidro.

Entretanto, os sujeitos que utilizam esse modelo não tomam consciência da incongruência de suas explicações do comportamento das substâncias e dos materiais frente ao calor e o frio. Ao início, a substância estava à temperatura ambiente e contida dentro do vidro e por ele não havia passagem. Entretanto, o material vidro pode apresentar os orifícios invisíveis tanto no calor quanto no frio e isso não causa maiores problemas. O sujeito não se coloca questões como: de que maneira tanto o calor e quanto o frio provocariam o surgimento dos orifícios no vidro?

Algo semelhante ocorre em relação às explicações dadas ao aparecimento e ao desaparecimento de substâncias líquidas nos balões de vidro. Uma porção de água gelada se deslocaria do pote para o balão de vidro para se proteger do frio. Porém, também, para se proteger, mas dessa vez do calor, outra porção de líquido migraria do balão de vidro em direção à própria água quente. Novamente, o sujeito não se coloca a questão: se o líquido não agüenta o calor por que ele iria logo em direção à fonte de calor, a água quente?

As propriedades estranhas que os materiais podem apresentar se manifestam, também, em relação à sublimação do iodo, que está ainda mais longe de ser percebida e compreendida pelos sujeitos que utilizam esse modelo.

As pedras cinzas, de aparência metálica, quando aquecidas poderiam liberar algum tipo de luz, de tinta ou de corante que conferiria cor ao tubo de ensaio. A cor é entendida como alguma coisa que não tem substância e não tem peso. O que ficou colorido não é alguma coisa que se encontrava dentro do tubo, foi o próprio tubo que foi colorido, provavelmente pela ação que o fogo teve sobre as pedras. Essa ação do fogo, também, provocou a fragmentação das pedras e seu aparecimento na parte superior do tubo, justamente por esse material não agüentar ou suportar o calor. As pedras se dividem, saltam e pulam para a parte superior para fugir do fogo. Nesse experimento, os sujeitos não se questionam sobre o ligeiro desaparecimento da substância cinza de aparência metálica, mesmo que por alguns instantes possa se notar apenas a cor violeta dentro do tubo. Ou os sujeitos não percebem esse desaparecimento, ou não tomam consciência dele. Essa dificuldade de tomada de consciência pode estar relacionada à solidez do esboço explicativo que aplicam às mudanças observadas no experimento ou,

em outros casos, pelas dificuldades em compreender e interpretar o experimento no quadro de outras explicações que lhes são oferecidas por sugestão e contra-sugestão.

Nesse modelo o deslocamento das substâncias não é articulado com algum esquema de conservação das características dos materiais recipientes ou de conservação da natureza da matéria. Não parece haver a intervenção de noções de legalidade simples, tais como: todas as substâncias líquidas, quando aquecidas a uma certa temperatura, tornam-se vapor. Talvez isso pode estar relacionado às propriedades que as substâncias apresentam e que não estão ao alcance da generalização da experiência física cotidiana. O vapor do éter é invisível, enquanto o vapor conhecido desde a infância e tomado como padrão, o vapor d'água, é visível de maneira semelhante a uma fumaça. Dessa forma, assim como a água é tomada como padrão para todas as substâncias líquidas incolores, o vapor d'água seria tomado como padrão de gases ou de vapores. Ou seja, uma vez que não foi observado o vapor, não deve ter ocorrido a vaporização do líquido que se encontrava no balão de vidro mergulhado no pote de água quente. Logo, foi necessário buscar uma outra explicação para o desaparecimento do líquido do balão, sendo oferecida a idéia de seu transvasamento.

O vapor da água tomado como padrão para as substâncias gasosas, também, poderia oferecer alguma justificativa para o fato de não se perceber a cor violeta como sendo um gás, o iodo vaporizado. Primeiro, porque o gás é colorido e a experiência física cotidiana de gases é muito reduzida. Conhece-se poucos gases, como o gás de cozinha, que é, também, invisível. Segundo, a substância sólida que foi aquecida era cinza e houve um aparecimento de uma cor violeta. Na experiência física cotidiana, as substâncias quando fundidas mantêm suas características de cor. Os líquidos gelados, como os sorvetes, não mudam de cor quando derretem. A sublimação, por fim, seria uma transformação, muito distante da generalização da experiência física cotidiana, apesar das propriedades da naftalina, que contemporaneamente, inclusive, caiu em desuso.

Portanto, a mudança de estado do iodo suscita maiores dificuldades que a mudança de estado do éter e chega-se mesmo a interpretar que não há conservação da natureza da matéria nesse experimento, tendo ocorrido algum tipo de modificação da natureza da matéria, como será abordado em modelos seguintes.

Finalmente, observou-se que esse modelo é mais utilizado por adolescente de menores idades. Provavelmente, porque sujeitos adultos e adolescentes mais velhos integram aos dados perceptivos do experimento o esquema de conservação da natureza

da matéria associado à mudança de estado físico, que por sua vez explicaria o transporte da substância de um lugar para o outro.

### **Modelo B: da transformação da natureza da matéria.**

Nesse modelo, novamente, não se percebe ou deduz as mudanças de estado da matéria. As modificações de aparência percebidas no decorrer dos experimentos são interpretadas como transformações da natureza da matéria, como reações químicas ou como combinações entre as substâncias que fazem do experimento com o calor, com o ar ou com o oxigênio. Portanto, nesse modelo ainda se verifica um pensamento de natureza substancialista.

Embora esse modelo possa ser melhor descrito para as mudanças de estado do iodo, é possível verificá-lo, também, nas mudanças de estado do éter. Quando isso ocorre, entende-se que seriam diferentes os líquidos que estão dentro dos balões mergulhados nos potes de água quente e de água gelada. O líquido que se encontra no balão do pote de água gelada é diferente do líquido original pois foi combinado com o calor, é um líquido transformado, é uma substância diferente. O transvasamento pode tanto ser justificado através de uma migração contínua das substâncias, como no Modelo C, ou através de migrações descontínuas, como no Modelo D.

Uma vez que o equipamento é fechado, não se chegou a supor a combinação do líquido com o ar como foi feito em relação ao iodo. Embora houvesse ar dentro do equipamento, isso é difícil de ser considerado, uma vez que o ar não é percebido visualmente.

Em relação às transformações do iodo, supôs-se que a substância sólida teria sido combinada com o calor, com o ar ou com o oxigênio, que faz parte do ar. Essa combinação teria a cor violeta e seria um fluído, um gás ou um líquido estranho.

A combinação com o calor seria possível porque se toma o calor como uma substância, ainda que fosse necessário descrever como a substância calor poderia ter atravessado o fundo do tubo de ensaio para entrar em contato com a substância sólida. Talvez, pudesse intervir alguma idéia de autogeração, onde a substância calor surgiria dentro do tubo de ensaio e se combinaria com a substância sólida, formando o fluído violáceo.

A combinação da substância sólida com o ar ou com o oxigênio é justificada de forma semelhante à explicação dada para os processos de combustão. O iodo poderia ter sido queimado com o ar, ou com uma das substâncias que o integram, o oxigênio,

resultando o vapor de cor violeta. Os sólidos que aparecem na parte superior do tubo de ensaio, que parecem limalhas ou agulhas, seriam ou cinzas que sobram da queima ou partes do sólido que não foram queimadas. Estariam na parte superior do tubo porque foram arrastadas pelo vapor ou empurradas pelo calor. Dessa forma, há várias combinações possíveis entre as características percebidas na transformação para justificá-la.

Esse modelo parece integrar uma noção que é típica para identificar as transformações químicas: a alteração de cor é um forte indício da presença de reações químicas. Portanto, na etapa do experimento que envolve a reversibilidade do processo, esse modelo pode ser desestabilizado ou podem surgir explicações pós-fato. Uma dessas explicações é que, nas limalhas, ainda haveria material para ser queimado. Assim, quando todo o material fosse queimado, não surgiriam tais limalhas em outras partes do tubo de ensaio, mais distantes da chama.

Portanto, não há conservação de quantidade de matéria nas transformações envolvidas. Se fossem unidas todas as limalhas, haveria uma menor quantidade de matéria que havia no material sólido “queimado” no início.

Esse modelo é utilizado tanto por adolescentes quanto por adultos, embora haja diferenças em sua utilização pelos grupos de sujeitos. Os adolescentes parecem utilizar esse modelo com nuances mais concretas, justificando o processo de queima de forma semelhante à combustão do carvão, por exemplo. Os adultos que fazem uso desse modelo, por sua vez, oferecem justificativas mais abstratas, fazendo uso de noções de substância compostas e de purificação. O material que seria queimado, seria gradativamente purificado. As limalhas seriam uma substância que faria parte do material inicial.

### **Modelo C: da migração contínua das substâncias.**

Nesse modelo, mais uma vez, não se percebe ou deduz as mudanças de estado da matéria. Apenas algumas manifestações perceptíveis chamam a atenção dos sujeitos, mesmo quando o entrevistador procura apontar algum efeito em particular. Não há uma integração de conjunto entre todas as características que fazem parte dos experimentos levados ao sujeito.

No caso das mudanças de estado físico do éter, a atenção está centrada sob a fase líquida e se supõe um outro tipo de transvasamento. Os sujeitos que fazem uso desse modelo parecem muito centrados em acompanhar o fluxo do líquido. O líquido que

aparece no tubo que liga os balões, onde começa a condensação do éter, chama mais a atenção dos sujeitos que o esvaziamento do balão que está mergulhado no pote de água quente e que a ausência desse líquido no da início parte horizontal do tubo, onde ele se junta ao balão de vidro.

Assim, interpreta-se que o líquido sairia do balão de vidro mergulhado na água quente e migraria para o balão mergulhado na água fria. O transvasamento se daria através do tubo, por onde o líquido passaria entre um balão ao outro.

A justificativa desse transvasamento é feita a partir da natureza substancialista que o calor possuiria. O calor que estaria no pote de água quente empurraria o líquido, que subiria pelas paredes do balão de vidro e entraria no tubo, onde continuaria a ser empurrado, até chegar ao balão que está mergulhado na água gelada.

Essa justificativa de natureza substancialista não parece levar em conta, mais uma vez, as características de recipiente do vidro. Os sujeitos que utilizam esse modelo não se colocam questões do tipo: se o calor é uma substância, que pode migrar de um lugar a outro e empurrar o líquido, como a substância calor consegue entrar dentro do balão de vidro? como ele consegue atravessar o vidro? Talvez, mais uma vez, o calor teria a propriedade de abrir ou furar certas substâncias e dessa forma entraria dentro do balão de vidro.

A compreensão do calor não é tangível como seria a compreensão da conservação da finalidade dos materiais. Dessa forma, a explicação desse tipo de transvasamento, a partir do empuxo produzido pelo calor, seria um pouco mais desenvolvido que justificar o transvasamento do modelo anterior, através da permeabilidade do vidro.

Em relação às mudanças de estado físico do iodo, esse modelo possui algumas variantes que dependem de como se compreende a substância sólida, o iodo, que tanto pode ser entendida como uma substância simples ou como composta. Quando se entende o iodo como uma substância simples, esse modelo parece estar mesclado como o Modelo A. Dessa forma, a cor violeta que aparece no tubo de ensaio seria um certo tipo de corante que teriam as pedras, que quando aquecidas liberariam esse corante que mudaria a cor do próprio tubo de ensaio. O calor, ainda, provocaria a separação das pedras em fragmentos e os arrastaria para a parte superior do tubo.

Quando se entende o iodo como uma substância composta, o calor provocaria, de alguma forma não muito bem justificada, a separação de suas partes constituintes. Uma parte seria fluída e outra sólida. A parte fluída estaria encerrada, aprisionada ou

compactada dentro de uma crosta sólida. A substância seria instável ao calor, que provocaria o rompimento desta crosta sólida. A crosta sólida seria arrastada para a parte de cima do tubo ou pelo efeito do calor, porque se entende ele como uma substância que causa o empuxo, ou pelo fluído que sai de dentro da pedra.

A compreensão da natureza fluída da substância de cor violeta, muitas vezes, não é percebida imediatamente e depende de ações sobre o experimento que auxiliem esse entendimento. Algumas vezes, ao início, supõem-se que é o próprio tubo de ensaio que fica colorido e que não haveria nenhuma substância dentro dele. Quando se inclina o tubo, verifica-se que há ali dentro uma substância que escorre com tal inclinação. Dessa forma, percebe-se a natureza fluída da substância, entretanto muitas vezes se a toma como um líquido, que seria o padrão se substâncias de natureza fluída. Não se chega a pressupor que esse violeta seria um gás, diz-se que ele seria um líquido ou, no máximo, um fluído estranho, de características estranhas, porque não é exatamente um líquido, pois não é compacto como são os líquidos.

As transformações relacionadas à reversibilidade do processo não parecem desestabilizar esse modelo, principalmente em relação às mudanças de estado físico do éter. Em relação às mudanças de estado do iodo, na etapa de reversibilidade, novamente se verifica o surgimento da substância violácea, que é justificada pós-fato (*ad-hoc*). Supõe-se que, de alguma forma, o fluído voltaria para dentro da pedra quando cassasse o calor e quando esse voltasse a aparecer, surgiria novamente o fluído violeta.

Esse modelo é utilizado tanto por adultos quanto por adolescentes e parece mais freqüente na descrição das mudanças relacionadas ao iodo. Como se pode depreender, há dificuldade em supor que o material sólido cinza parecido com um metal seria a mesma substância que o fluído violeta, apenas em um estado físico diferente. Assim, procura-se justificar essa diferença de aparência através da natureza composta do material sólido que é aquecido.

#### **Modelo D: da migração descontínua das substâncias, através da dilatação das partículas.**

Nesse modelo surgem as idéias de conservação da matéria e de mudanças de estado, fazendo-se uso de esquemas corpusculares para justificá-las. Entretanto essa justificativa possui características animistas e substancialistas, onde se conferem aos corpúsculos as propriedades que os indivíduos e as substâncias possuem, respectivamente.



As mudanças de estado do éter são típicas para descrever e compreender esse modelo. O líquido que se encontra no balão mergulhado no pote de água quente é aquecido. Com o aquecimento do líquido, seus átomos, ou suas moléculas, ou suas partes constituintes, dilatam-se ou se incham. Esses corpúsculos crescem em volume porque não agüentam ou suportam o calor. É a tendência das coisas se dilatarem com o aumento da temperatura, com o calor. Com esse inchamento, os corpúsculos precisam ocupar mais espaço e se soltam do líquido. Isso vai acontecendo gradativamente até que não reste mais substância líquida. Há quem diga que ocorre o mesmo com as pessoas, que parecem inchadas quando estão sobre forte calor e precisam ocupar mais espaço, distanciando-se uma das outras, para não ficarem grudadas.

Assim, a diferença entre os estados líquido e gasoso é o somatório do volume ocupado pelos corpúsculos que formam as substâncias. No gás, o volume é maior, porque os corpúsculos são maiores.

Na condensação, ocorreria o contrário. A reversibilidade do processo é prevista. Quando o gás entra em contato com o balão que se encontra mergulhado no pote de água gelada, seus corpúsculos começam a se contrair e, gradativamente, há a formação do líquido. Além desse entendimento substancialista, pode haver o acompanhamento da noção animista, onde os corpúsculos acabam por se unir para se protegerem do frio, como as pessoas, que ficam mais próximas ou juntas quando está frio, para se abrigarem dele.

Em relação às mudanças de estado do iodo, esse modelo parece ser melhor aplicado quando se entende a substância sólida como um material composto. O aquecimento provocaria a liberação de uma parte gasosa que faria parte da matéria sólida, que seria purificada através do aquecimento. O gás se expandiria porque seus corpúsculos o fazem. Uma vez que não se toma o calor como substância, o surgimento do material sólido na parte superior do tubo é justificado pelo arraste das partes sólidas que o vapor provoca. Isso porque o sólido se encontra bem no limite em que se verifica a cor violeta. O esvaecer dar cor, quando se retira o tubo da chama, é justificado através do escapamento do gás violáceo, que sairia pela boca do tubo de ensaio e se dissiparia no ar, mesmo que isso não seja observado. Dessa forma, na etapa de reversibilidade do processo, mais uma vez, esse modelo é desestabilizado ou substituído. Quando se mantém esse modelo, passa-se a justificar o novo surgimento de cor de formas semelhantes as que se viu em modelos anteriores, ou o gás voltou para dentro da

substância sólida ou ainda não cessou a purificação no material inicial. Por isso, mais uma vez, não se verifica a conservação da quantidade de matéria nessas transformações.

Esse modelo é bastante utilizado tanto por adolescentes como por adultos. Uma vez que as explicações corpusculares envolvem uma escala, submicroscópica, que está distante da experiência física cotidiana, é interessante verificar que as atribuições dadas voltam a manifestar compreensões que, em outros domínios, não se manifestariam.

### **Modelo E: da migração descontínua das substâncias, através do afastamento das partículas.**

Finalmente, neste modelo se faz uso de esquemas corpusculares próximos ao entendimento científico. Mantém-se a idéia de conservação da natureza da matéria e das mudanças de estado físico. Entretanto, esse modelo é mais utilizado para o experimento com o éter do que com o iodo. No modelo anterior se verificou, também, o afastamento das partículas, mas neste, quando são dadas justificativas para tal afastamento, elas não são animistas.

As mudanças de estado do éter são explicadas através do uso de um esquema de cerrar e descerrar. No líquido, os corpúsculos estariam mais cerrados, mais juntos, do que no vapor. Quando o líquido é aquecido, os corpúsculos são separados, por algum motivo que nem sempre chega a ser declarado, quando o é, faz-se uso de noções como a energia cinética das moléculas. A reversibilidade do processo, novamente, é prevista. Na condensação ocorreria o processo inverso, os corpúsculos voltam a ser aproximados. Chega-se a dizer que isso é devido à diminuição da energia cinética das moléculas.

Em relação às mudanças de estado do iodo, verifica-se a utilização desse modelo apenas quando se fazem as questões sobre a reversibilidade do processo, quando ocorre o aquecimento das limalhas e volta a aparecer o gás violáceo. Inicialmente, quando a substância sólida é aquecida à chama, pode-se manifestar que essa substância seria simples ou composta e que passaria por algum processo de purificação ou de combustão. O esvaecer da cor é devido ao fato do gás violeta sair do tubo e se misturar com o ar.

No entanto, sujeitos que utilizam esse modelo respondem, em geral, de maneira diferente à pergunta sobre conservação da quantidade de matéria. Eles pressupõem que essa se conserva. A quantidade da soma das limalhas seria igual a do material inicialmente posto à chama. Dessa forma, a integração da noção de conservação da quantidade de matéria e do fato do aparecimento de cor quando do aquecimento da

limalha sugere a conservação da natureza da matéria. Isso apesar dos sujeitos não conseguirem atribuir explicações para as cores diferentes da substância nos estados sólido e gasoso. Nem poderia ser diferente, essa explicação não é trivial, exigindo a integração de noções relacionadas às ligações químicas e às transições eletrônicas que são responsáveis pelo fenômeno da cor.

#### 4.2) Os modelos causais sobre a transformação química da matéria.

Os experimentos sobre a transformação química da matéria podem ser agrupados através de duas características distintas: a conservação da quantidade global de matéria nas reações químicas e as justificativas para a origem dos produtos formados pela reação química. Dessa forma, os modelos causais elencados, a seguir, levam em consideração o princípio de conservação de massa e os índices de reações químicas (formação de precipitado, modificação da cor da solução e desprendimento de gás, por exemplo).

Antes que se enunciem os modelos causais, pode ser útil uma rápida revisão dos excertos categorizados. Nesse sentido, as tabela 3 e 4 apresentam a distribuição das categorias em adultos e adolescentes para as reações químicas analisadas.

**Tabela 3** – Distribuição das categorias em adolescentes e adultos para a solubilidade e a precipitação de sais inorgânicos.

<b>Categorias</b>	<b>Adolescentes</b>	<b>Adultos</b>
Categoria I	1	0
Categoria II	4	0
Categoria III	2	0
Categoria IV	2	0
Categoria V	1	5
Categoria VI	0	5
Categoria VII	0	4

**Tabela 4** – Distribuição das categorias em adolescentes e adultos para a reatividade de metais com água e soluções ácidas.

<b>Categorias</b>	<b>Adolescentes</b>	<b>Adultos</b>
Categoria I	1	0
Categoria II	2	0
Categoria III	4	0
Categoria IV	3	1
Categoria V	0	5
Categoria VI	0	5
Categoria VII	0	3

Entretanto, são muitas as características perceptíveis, de legalidade e de causalidade que intervêm na compreensão das transformações subjacentes aos experimentos, entre elas:

- As substâncias líquidas, perceptivamente iguais, são diferentes.
- Duas substâncias líquidas incolores (água e ácido nítrico) são misturadas.
- As substâncias líquidas que formam a mistura possuem densidades diferentes, por isso é possível observar elas sendo misturadas.
- Duas substâncias líquidas incolores (soluções aquosas de iodeto de potássio e de nitrato de chumbo) quando postas em contato formam uma substância sólida amarelada (iodeto de chumbo) um pouco mais densa que a água.
- Utilizando-se uma balança, verifica-se que há conservação de massa na reação de precipitação.
- Uma das substâncias líquidas (água) não apresenta nenhuma reação com as amostras metálicas, essas apenas bóiam ou afundam no líquido.
- O contato da mistura de líquidos (ácido nítrico diluído com água) com uma substância metálica (magnésio) provoca um rápido desprendimento gasoso e a porção sólida do metal desaparece.
- O contato de uma substância líquida transparente (ácido nítrico) com uma substância metálica (cobre) provoca uma lenta modificação da cor da solução líquida, que passa a ficar azulada, e, de forma mais lenta, o desprendimento de um gás acastanhado.

- Utilizando-se uma balança, novamente, verifica-se que há conservação de massa nessas reações.

Antes de serem apresentados os modelos, cabe ressaltar que as reações químicas associadas a esses experimentos são irreversíveis e não há conservação da natureza da matéria.

### **Modelo A: das manifestações mágicas e inexplicáveis.**

Neste modelo a voga é o fenômeno inesperado, inexplicável e, até, mágico. Não há articulação interpretativa entre os fenômenos presentes nos experimentos: dissolução, precipitação e corrosão. Também não parece haver nenhum tipo de explicação para algum fenômeno em separado. Frente aos produtos da reação, diz-se que ela aconteceu porque: “as coisas são assim”, “porque Deus quis”, ou “tinha que ser assim”.

Portanto, nesse modelo não é utilizado ou inferido o princípio da conservação de massas e não são utilizados modelos corpusculares para descrever ou justificar as reações químicas. Além disso, há uma ampla aceitação das sugestões e das contra-sugestões apresentadas pelo entrevistador, mesmo quando elas são contraditórias.

Os diversos líquidos utilizados nos experimentos são tomados como iguais porque parecem iguais. Pensa-se que quantidades diferentes de mesmos líquidos poderiam provocar efeitos diversos quando adicionados uns aos outros, não existindo conservação das propriedades das soluções.

No experimento de precipitação do iodeto de chumbo (um sal amarelo insolúvel em água, formado pela reação das soluções incolores de nitrato de chumbo e iodeto de potássio) teria ocorrido uma mistura entre as soluções incolores. Não parece haver diferenciação entre as noções de mistura e de reação. A mistura pode originar a substância amarela, que inicialmente é interpretada como um líquido. Quando ocorre a decantação e se interpreta o amarelo como um pó, ou um sólido, chega-se a afirmar que há apenas uma substância dentro do copo. Essa única substância poderia ser encontrada em duas formas diferentes, na forma líquida seria incolor e na forma sólida, amarela. Mas se tratam da mesma substância. Não há conservação da natureza das substâncias e, portanto, elas podem manifestar esses comportamentos estranhos.

Nesse experimento se prevê uma alteração de massa. Quando comparado com a soma das massas dos reagentes (mais os recipientes), os produtos formados teriam uma maior massa, devido à presença do precipitado. Uma vez que o precipitado é mais denso que o líquido, ele se deposita no fundo do recipiente. Deposita-se no fundo, porque é

mais pesado e como ele é mais pesado, o sistema todo ficará com maior massa. A confirmação da conservação da massa é surpreendente para os sujeitos. Nessa ocasião não chegam a esboçar nenhuma explicação para a conservação.

No experimento sobre corrosão somente se diferencia que substâncias diferentes se comportam de maneiras diferentes após a realização dos experimentos. Não há nenhum tipo de antecipação, nem mesmo a da propriedade inerte que uma das soluções (o líquido A, água) teria em relação ao segundo metal utilizado neste experimento. Além de não haver antecipação, mesmo depois de realizados os experimentos, o líquido A não é reconhecido ou suposto como água, apesar dela ser o padrão para líquidos incolores.

Novamente, os índices das reações de corrosão, formação de gás e alteração de cor da solução, são surpreendentes e inexplicáveis. O desaparecimento dos metais é praticamente incompreensível. Duvida-se que eles possam ter deixado de existir, mas não se oferece explicação para seu desaparecimento, nem as interpretações de hiperconservação, que são típicas do modelo seguinte. Também não são justificadas as diferenças de rapidez das reações de corrosão dos dois metais.

Quando o entrevistador oferece sugestões de explicação para a reatividade dos metais frente às soluções ácidas, que fazem analogias com o magnetismo e a com fragmentação infinita, os sujeitos aceitam-nas, sem optar por nenhuma ou descartar alguma.

Dessa forma, esse modelo não parece conter nenhuma noção de causalidade, mesmo porque não manifesta nenhuma relação de legalidade. As coisas acontecem porque haviam de assim acontecer. Há alguma designo por trás daquilo tudo, que é incompreensível.

Esse modelo é utilizado tanto por adolescentes, como por adultos. Nos adolescentes esse modelo parece mais presente e permanente no decorrer da entrevista. Nos adultos, entretanto, esse modelo parece apenas um modelo de partida.

### **Modelo B: da hiperconservação da natureza da matéria.**

Neste modelo, novamente, há dificuldade de interpretar as reações químicas. Os fenômenos presentes nos experimentos, como a formação de gás ou a alteração de cor da solução, são reconhecidos como mudanças de estado físico das substâncias. A principal característica desse modelo é a hiperconservação da natureza da matéria.

Nesse sentido, esse modelo é mais utilizado para interpretar as reações de corrosão do que a reação de precipitação.

Uma vez que há essa hiperconservação, nesse modelo se agrega o princípio da conservação de massa. Mas não se faz uso de esquemas corpusculares para explicar as hiperconservações.

O surgimento do precipitado amarelo é justificado de forma semelhante ao modelo anterior. A mistura de líquidos incolores poderia ter originado a substância amarela, inicialmente tomada como um líquido. As duas fases, a líquida e a sólida, poderiam ser da mesma substância. Entretanto, a composição de líquidos incolores que resulta em uma mesma substância com duas fases tão distintas parece muito estranha e mesmo improvável para os sujeitos. Apesar disso, eles não desenvolvem explicações alternativas. Novamente, supõe-se que o sistema contendo os produtos seria mais pesado que o sistema original, isso devido à formação do sólido, que se deposita no fundo do copo, porque é mais pesado que o líquido.

Nas reações de corrosão é que se pode evidenciar, claramente, a utilização desse modelo. Na reação entre a solução A+B (ácido nítrico dissolvido em água) com a fita de magnésio ocorre uma efervescência, similar aquelas que acontecem com comprimidos de uso doméstico, como os anti-ácidos e a vitamina C. Essa efervescência é explicada como a transformação do metal em gás. O metal se vaporiza, ou é vaporizado pelo líquido, e sai do vidro, pela boca do erlenmeyer. Embora o fenômeno seja interpretado como efervescência, essa não é justificada. Diz-se apenas que é uma propriedade que aquele metal teria ou, no máximo, que é resultado da interação do metal com o líquido. Mas o líquido permanece inalterado. Dessa forma, pressupõe-se que haveria uma alteração da massa, devido à perda do gás para o ambiente. Quando se constata a conservação da massa, os sujeitos manifestam diversas possibilidades: ou a massa do metal era desprezível, ou a balança não tem como aferir a alteração (porque a massa do metal era muito pequena), ou o metal, em parte, teria virado líquido.

Nessa última hipótese, mais uma vez, verifica-se a hiperconservação da natureza da matéria. O metal, ou uma parte dele, poderia ter virado líquido. Isso se manifesta, de uma forma mais descritiva, na reação entre o líquido B (ácido nítrico) e as aparas de cobre. À medida que a solução vai ficando azulada, os sujeitos supõem que o metal se liquefaz, tornando a solução azul, porque no estado líquido aquela substância teria características de ser azul e, no estado sólido, acobreada. Quando começa a se tornar visível um vapor de cor acastanhada dentro do erlenmeyer, os sujeitos chegam a supor

que as aparas do metal seriam de uma substância composta. Uma parte estaria sendo liquefeita e mudando a cor da solução de incolor para azul. Outra parte estaria sendo vaporizada ou gaseificada. Como era uma substância composta e a parte acobreada era maior, não se conseguia ver o componente de cor azul do material. Mas ambas partes se encontram no material.

A hiperconservação da natureza dos metais envolvidos nas reações de corrosão parece, entretanto, não ter contrapartida nas justificativas para as diferenças de rapidez das reações de corrosão. Recapitulando, a corrosão do magnésio aconteceu com uma solução de A+B. A corrosão do cobre aconteceu com o líquido B. O líquido A não provocou reação com os metais. A corrosão do magnésio foi muito mais rápida do que a do cobre.

Os sujeitos que parecem utilizar esse modelo manifestam que, de alguma forma, o líquido A pode ter potencializado o efeito do líquido B. Ou que a solução de A+B é mais forte, mais potente, porque esses líquidos quando combinados têm essa propriedade e quando separados têm efeitos diferentes. Portanto, aqui não parece haver conservação das características corrosivas dos líquidos. Isso é mais interessante de ser constatado nos sujeitos que supõem que o líquido A pode ser água, devido à sua característica inerte. Então, apesar de ser água, o líquido A poderia potencializar os efeitos do líquido B e a solução A+B seria mais corrosiva que a solução B. Ou seja, nem a característica inerte da água se conservaria.

Os sujeitos que utilizam esse modelo podem, por ocasião da comparação sobre a rapidez das reações, tomar consciência das incongruências internas desse modelo e manifestar outras opiniões alternativas, apoiadas pelas relações presentes em outros modelos causais. Entretanto, podem não tomar consciência dessas incongruências e continuar manifestando a compreensão dos fenômenos através deste modelo.

Esse modelo é utilizado por adolescentes e por adultos. É um modelo bastante persistente. Quando se consideram outros modelos alternativos, se faz uso desse em situações hipotéticas. Mas não se abandona este, sugere-se a plausibilidade de ambos e não se opta por um ou outro.

### **Modelo C: da extração de substâncias escondidas.**

A partir deste modelo se verifica a busca pela origem das substâncias que se tornam aparentes. Entretanto, essa busca inicial permanece centrada em uma substância e não se verifica uma integração de composição. As substâncias que surgem estavam



previamente escondidas em um dos materiais. Elas não foram formadas, elas foram extraídas pela ação de uma das substâncias que entram em contato. A relação é de extração, não de composição. Essa relação está presente tanto na reação de precipitação, quanto nas reações de corrosão.

A substância amarela que é formada quando se colocam dois líquidos incolores em contato estaria escondida dentro de uma dessas soluções. A outra solução fez com que a substância amarela se manifestasse, é como se houvesse extraído da solução incolor o amarelo que estava ali. Por exemplo, a substância amarela poderia estar escondida no líquido C. Ela estaria tão finamente dividida e infinitamente separada que não haveria cor na solução, por isso ela ficava incolor. Quando o líquido C é colocado em contato com o líquido D, esse extrairia o sólido amarelo que estava escondido naquele.

As soluções A e B apenas se misturam, porque não haveria nada para ser extraído delas ou porque um dos líquidos não conseguiria extrair o que pudesse estar escondido no outro. Dessa forma, os líquidos C e D quando postos em contato formam, no mínimo, duas substâncias. A mistura de C e D e o sólido amarelo que se observado no fundo do béquer. Mas pode haver mais substância no recipiente, pois poderiam restar outras substâncias escondidas que os líquidos não teriam a capacidade de extrair, um do outro.

Nesse sentido, pode-se pensar que os sujeitos que utilizam esse modelo manifestem o princípio de conservação de massa e supunham que o peso se conservaria quando terminada a precipitação do sólido amarelo. Entretanto, eles prevêm que haverá alteração da massa e que o peso será maior após o fim da precipitação. O dado perceptivo parece preponderante. Eles supõem que o peso seria maior justamente porque o sólido é mais pesado que o líquido, indo para baixo do béquer. Como antes havia apenas líquidos e, depois, há sólido também, ao fim da precipitação o sistema deve ser mais pesado. Posteriormente, quando confrontados com a informação de conservação da massa, constatada em balança, os sujeitos rapidamente reorientam sua hipótese. Eles declaram que não foi alterado o peso porque não se acrescentou nada ao recipiente, o sólido amarelo que surgiu já se encontrava escondido em um dos líquidos.

As reações de corrosão são interpretadas de maneira semelhante. Na reação do magnésio com a solução A+B, o gás que sai do erlenmeyer estaria aprisionado no metal ou, provavelmente, dentro do líquido, do qual é liberado. O metal provocaria a liberação do gás, que sairia de dentro do líquido. Pode-se verificar que há sujeitos que declaram

que esse gás seria o oxigênio, pois se sabe que há oxigênio dentro da água. Mais uma vez se verifica o quanto a água é tomada como padrão de substância líquida e incolor.

Na reação do cobre com a solução B, o líquido se torna azul na medida que ele extrai de dentro das aparas no metal algum tipo de corante que estaria ali contido. A substância azul poderia estar no líquido e o metal provocaria sua extração, mas como se verifica que a cor sai da superfície das aparas, supõe-se mais fortemente que a cor sai de dentro do metal.

Pode-se, portanto, verificar que os agentes de extração podem ser diversos e diferentes. Ora o gás pode ser extraído do líquido por influência do metal, ora a cor pode ser extraída do metal por influência do líquido.

Entretanto, o desaparecimento do metal é difícil de ser justificado. Embora não sejam oferecidas explicações para esse fato, os sujeitos que fazem uso desse modelo negam as sugestões das idéias de hiperconservação. Descartam a possibilidade de os metais terem sido liquefeitos ou gaseificados. Atribuem que eles podem ter desaparecido por ter sido fragmentado enquanto estavam extraindo o gás do líquido, por exemplo.

O desaparecimento do metal é fato que poderia levar a desestabilização desse modelo. Os sujeitos que tomam consciência dessa incongruência, que levam em consideração esse fato, procuram por um outro modelo alternativo. Por vezes, oscilam entre um modelo e outro, tomando-os como possibilidades e afirmando a plausibilidade de ambos modelos.

A diferença de rapidez entre as reações de corrosão é outro momento em que se verifica a oscilação entre as hipóteses. Pode-se supor que essa diferença está relacionada tanto às características das soluções quanto à resistência dos metais. Por exemplo, a reação com o magnésio é mais rápida pois a solução A+B é mais forte, mesmo que se suponha que o líquido A é água. Mas se considerada, também, a hipótese de a reação com as aparas de cobre ser mais lenta porque esse metal seria mais resistente que aquele à ação dos líquidos que provocam a reação. Entretanto, não se chega a supor a que classe de líquidos poderia pertencer o líquido B. Os sujeitos aceitam a sugestão do entrevistador de que esse líquido poderia ser um ácido, mas isso não lhes ajuda a explicar os fenômenos presentes nos experimentos.

Neste modelo, não são utilizados modelos corpusculares para supor, descrever ou explicar essas reações de extração. Finalmente, verifica-se que esse modelo é utilizado tanto por adolescentes, quanto por adultos. Algumas vezes, para esses este

modelo é apenas uma possibilidade, enquanto para aqueles é o modelo ao qual conseguem chegar após oscilar entre outras hipóteses.

### **Modelo D: dos aparecimentos pela afinidade.**

Neste modelo surge a idéia de combinação e começa haver a conservação de massa, por antecipação. As explicações ainda são superficiais, não sendo utilizados esquemas corpusculares nas justificações da formação dos produtos das combinações. As explicações dadas são finalistas, as substâncias se combinam porque elas têm afinidade, ou são circulares, os produtos são formados porque as substâncias se combinam.

A formação do sólido amarelo, que é precipitado no líquido, é justificada pela natureza dos líquidos que entram em contato. As soluções C e D, de alguma forma, se combinam para formar o sólido amarelo. Haveria alguma coisa escondida em ambos os líquidos que se combinam e formam a substância nova, o sólido amarelo. O que estava escondido no líquido C tem afinidade por aquilo que estava escondido no líquido D e ocorre a formação do sólido que precipita. O líquido que sobra da reação não é descrito, tão pouco é levado em conta nas explicações dadas ao fenômeno. Porém, nota-se que se leva em consideração a interação entre os líquidos, o surgimento não é explicado apenas em função de uma substância escondida apenas em um dos líquidos, como no modelo anterior.

Entre as soluções C e D ocorre uma reação, entre os líquidos A e B ocorre uma mistura. Isso ocorre porque eles se combinaram, pois tem afinidade um pelo outro. Essa combinação entre as substâncias chega a receber o nome de reação, de transformação. Embora não se faça uso de modelos corpusculares para descrever essa combinação, chega-se dizer que o sólido foi gerado ou produzido, que houve uma mudança ou uma transformação entre os líquidos que entraram em contato. Entretanto, essa descrição não é aprofundada e os sujeitos não conseguem explicar o que entendem por reação, por exemplo.

Nas reações de corrosão, a utilização desse modelo permite descrever e antecipar o comportamento inerte do líquido A, sugerindo que ele poderia ser água. A água não se combinaria com os metais, mas se combina com a solução B, que algumas vezes é descrita como uma substância ácida, por ter a propriedade de reagir com metais, por ter afinidade com os metais, formando o gás ou a solução colorida.

Na reação do magnésio com a solução de A+B, o magnésio se combina com a parte do líquido B que se encontra na mistura. As duas substâncias se combinam porque têm afinidade e formam o gás que escapa do erlenmeyer. O gás que escapa é a substância combinada entre o metal e o líquido B. Alguns sujeitos chegam a falar de oxidação, pois manifestam a idéia que ácidos provocam a oxidação dos metais. Outros já falam de corrosão, mas não conseguem descrever esse tipo particular de reação, como não conseguiam descrever a idéia de reação em geral.

Na reação das aparas de cobre com a solução B, ocorre a combinação do cobre com o líquido, resultando na cor azul das soluções. Pode-se notar, inclusive, a confirmação das aparas de metal como sendo de cobre devido à alteração de cor da solução, pois alguns sujeitos manifestam a idéia de que soluções de cobre são azuladas. Alguns dizem que os fios de cobre, ou outros materiais feitos de cobre, quando são oxidados ou ficam corroídas apresentam a cor azulada que surge na solução.

A reação com o magnésio é mais rápida porque o magnésio se combina mais fácil com o líquido B. A afinidade entre as substâncias é maior do que a afinidade entre o cobre e o líquido ácido. Essa diferença de afinidade, também, pode ser descrita através da idéia de resistência dos materiais, onde o cobre seria uma substância mais resistente aos ácidos do que o outro metal, que se chega a imaginar como sendo alumínio.

Em todas as reações o princípio da conservação de massa é evocado por antecipação. Na medida em que não se acrescentou nada mais ao que foi posto em contato, não pode ter havido alteração da massa, as reações ocorrem com conservação de massa.

Este modelo é encontrado preponderantemente em sujeitos adultos e isso pode estar relacionado ao ensino. Isso poderia justificar porque os sujeitos fazem uso dos termos reação, combinação e corrosão, por exemplo, mas não conseguem descrever esses fenômenos ou justificar o uso de tais termos. A utilização do princípio de conservação de massa, também, pode ter relação com o ensino, pois esse princípio é de fundamental importância à compreensão das transformações químicas. Por outro lado, é interessante verificar que alguns sujeitos adolescentes que participaram dessa pesquisa utilizam a idéia de combinação por afinidade, sugerindo que essa pode ser uma pré-noção necessária à elaboração cognitiva do conhecimento em química. Na história da química isso pode ser reconhecido.

### **Modelo E: da recombinação das partes constituintes.**

A idéia de combinação, neste modelo, é completada pela idéia de recombinação. Continua-se a supor que a reação entre as substâncias que fazem parte dos experimentos, porém essa reação é explicada através de idéias de interação entre as substâncias. A idéia de interação é mais elaborada que a idéia de combinação.

Quando duas substâncias podem ser combinadas, elas podem ser agrupadas, mas o agente que provoca essa união não é levado em consideração. Por isso que no modelo anterior não se conseguia avançar na idéia de reação, pois ela era entendida como uma combinação. Entretanto, quando duas substâncias estão em interação, há influência do agenciamento de uma em relação à outra. A ação de uma substância sobre a outra, reflete-se na ação da outra sobre a uma. A explicação da reação por interação, portanto, é mais avançada que aquela explicada por simples combinação.

Por outro lado, a idéia de interação está relacionada à recombinação das partes constituintes das substâncias, dos materiais, das matérias. Nesse sentido, a partir desse modelo, começa-se a fazer uso de esquemas corpusculares para descrever os fenômenos presentes nos experimentos, mesmo que esses esquemas não estejam acompanhados dos nomes corretos dos corpúsculos: moléculas, átomos e íons. Fala-se das partes ou das coisinhas, por exemplo.

A reação de precipitação é explicada através da recombinação do que estava presente nos líquidos. Havia alguma coisa nas soluções C e D que formariam o sólido amarelo. Quando os líquidos são postos em contato, há uma reorganização do que estava nas soluções, formando o precipitado. Chega-se a fazer uso da noção de sal. Nesses líquidos, como na salmoura, poderia haver algumas coisas dissolvidas que quando colocados em contato, se recombinariam. Dessa forma, os líquidos C e D reagem, porque o que estava dissolvido nos líquidos se recombinam. Enquanto os líquidos A e B se misturam, pois eles apenas se combinam.

Entretanto, na reação de precipitação, essa recombinação não parece ser muito diferente de uma simples combinação. Pois, poderia se dizer que uma parte do sólido amarelo se encontrava em C e outra se encontrava em D, quando postos os líquidos em solução, houve uma combinação, com a precipitação do sólido amarelo.

Esse esquema de recombinação, por isso, parece mais útil para explicar o desaparecimento dos metais nas reações de corrosão. Quando o magnésio é posto em contato com a solução A+B, ocorre uma recombinação entre suas partes e a porção do líquido B presente na mistura. Os sujeitos que utilizam esse modelo supõem que o

líquido A seria a água, portanto seria inerte frente aos metais. Devido essa recombinação, o metal seria corroído e se encontraria dissolvido no líquido. A reação, ou seja, a recombinação das partes que existem no metal e no líquido é que seria responsável pelo surgimento do gás que escapa do erlenmeyer.

Algo semelhante ocorre com as aparas de cobre na solução B. A recombinação resulta da dissolução do metal no líquido, modificando a cor da solução e, posteriormente, no surgimento do gás de cor acastanhado. Embora essas alterações de cores sejam difíceis de ser justificadas pelos sujeitos, que se limitam a dizer que sabem que o cobre quando dissolvido em líquidos, ou quando corroído por ácidos, apresenta a cor azul. O líquido B é classificado como um ácido. As diferenças de rapidez estão relacionadas, apenas, à resistência dos materiais. O magnésio reage mais rápido com a solução de A+B porque é mais reativo. As aparas de cobre na solução B possuem uma reação mais lenta, porque o cobre é mais resistente.

Assim como no modelo anterior, todas as reações são acompanhadas pelo princípio da conservação de massa.

Este modelo é utilizado apenas por poucos sujeitos adultos. Uma vez que esse modelo não é usado por sujeitos adolescentes, pode-se pressupor a intervenção do ensino na utilização de esquemas corpusculares para a descrição das reações químicas presentes nos experimentos.

### **Modelo F: dos mecanismos de recombinação.**

Neste modelo, por fim, são articulados os esquemas corpusculares com os processos de agenciamento envolvidos nas reações químicas. A descrição das reações é feita de uma maneira próxima do conhecimento científico, mesmo que falte a inclusão de outros componentes nos esboços explicativos.

A dissolução de A e B é diferenciada da reação de precipitação que envolve as soluções C e D. Faz-se uso de idéias de recombinação, chega-se a falar de átomos e moléculas. Diz-se que elas se recombinaem, formando um sal insolúvel. Que essa recombinação poderia ser através de uma reação de troca, ou de dupla-troca, entre os átomos e moléculas que fazem parte da solução.

Entretanto, não se explica porque as partes, átomos ou moléculas, que participam das reações, de recombinação, antes estavam dissolvidas nas soluções C e D. Qual a característica que possuíam essas partes (íons, nos termos químicos) para se encontrar nas soluções? Que características possuem os líquidos para poder ter essas

partes nele presentes? Ou seja, nos esboços explicativos não são levados em conta o fenômeno da dissolução de sais (formados por íons) em água e a capacidade de solvatação dos íons pelas moléculas de água.

Posteriormente, quando os líquidos são colocados em contato, a recombinação das partes não é explicada a partir de uma reorganização dos íons, com a formação de um sal que não é solvatado pelas moléculas de água.

As reações de corrosão, nesse sentido, estão mais bem descritas. Os sujeitos que fazem uso desse modelo, diferenciam as diferenças de rapidez de reação baseados em conhecimentos como o pH (potencial de hidrogênio das soluções, um índice de acidez) e a dissolução de ácidos. Nesse sentido, a reação do magnésio é mais rápida que a reação do cobre, pois o magnésio é mais reativo que o cobre, mesmo em soluções ácidas mais diluídas, como é o caso da solução A+B.

Porém, há dificuldade em descrever a reação de dissolução do metal nas soluções líquidas. Como ocorre essa dissolução? Por que, exatamente, o metal desaparece e se dissolve no líquido? Nesse sentido, os esboços explicativos não levam em consideração as diferentes características de ligações químicas entre os materiais, os processos de ionização e a solvatação dos íons pelas moléculas de água presentes nas soluções ácidas.

Embora esse modelo seja o mais avançado utilizado pelos sujeitos adultos, verifica-se a dificuldade de integração conceitual necessária a eficiente explicação dos fenômenos químicos. Uma vez que esse é um conhecimento de especialidade, não se poderia pensar o contrário. O que é relevante é identificar a existência de sujeitos adultos, não especialistas, com proficiência explicativa nessa área do conhecimento.

#### 4.3) Considerações gerais

A epistemologia genética articula os movimentos de diferenciação possível e integração necessária envolvidos na produção do conhecimento. O projeto de pesquisa que está em curso, conforme manifestado logo ao início da Introdução, possui esta tese como um momento de integração necessária. Nesse sentido, podem ser feitas algumas considerações gerais sobre as integrações a que cheguei durante a realização desta tese de doutoramento. Essas considerações estão relacionadas, principalmente, aos investimentos teóricos realizados (§1), à aprendizagem do método clínico (§2) e às análises empreendidas com a utilização dos protocolos de pesquisa (§3).

Por outro lado, devido à equilibrção entre esses movimentos de diferenciação e integração, não posso me furtar das diferenciações que esta integração momentânea me permite, ou seja, dos novos caminhos de pesquisa que esta tese me possibilita. Portanto, esses comentários finais, também, serão intercalados com sugestões de continuidade de trabalhos, alguns já em desenvolvimento.

#### §1 – Dos investimentos teóricos.

A epistemologia genética é um projeto de pesquisa, desenvolvido por Piaget, e para a qual havia a intenção de constituir uma disciplina. O desenvolvimento de trabalhos futuros (à época) em epistemologia genética foi indicado por Piaget (1970/1973) e envolvia, além de outros, dois momentos que poderiam estar interligados: a atualização e a tematização. Atualizar as pesquisas em epistemologia genética envolveria articulá-la com os debates contemporâneos sobre um certo conjunto de pressupostos, de teorias ou de resultados de cunho epistemológico, ou seja, sobre a natureza do conhecimento e de seu desenvolvimento geral. A epistemologia genética seria tematizada quando se debatessem outras noções ou áreas do conhecimento até então não estudadas à luz de seus pressupostos e de seus modelos.

Nesta tese procurei integrar essas duas ações, desde os investimentos teóricos realizados. Nesse sentido, fiquei propositadamente à margem das críticas usais, principalmente de natureza pedagógica, feitas ao escopo teórico que conduziu e articulou o desenvolvimento deste trabalho. A atualização foi buscada na integração, ainda que parcial, entre os enunciados da epistemologia genética e o debate contemporâneo em filosofia da ciência, principalmente, na articulação com a obra de Mario Bunge. A tematização, obviamente, foi feita em relação à química e iniciada com a discussão em filosofia da química, desde um de seus pioneiros, Gastón Bachelard, até alguns de seus expoentes contemporâneos, como Eric Scerri e Joachim Schummer.

A causalidade foi, também, um tema utilizado para esses momentos de atualização e tematização. Essas integrações de cunho filosófico ficaram bastante superficiais para a exigência que um verdadeiro empreendimento filosófico ensejaria. O motivo disso é óbvio, esta tese trata de um conjunto de informações de interesse psicológico.

Por outro lado, ainda seguindo o caminho dos investimentos teóricos, procurei por relações entre as pesquisas em epistemologia genética, desenvolvidas por Piaget e por seu grupo de colaboradores, e a chamada didática das ciências, que congrega



diversos pesquisadores e educadores das ciências naturais. O recorte trazido para esta tese foi temático e, portanto, revestido de noções sobre as transformações físicas e químicas da matéria.

Por fim, busquei por uma terceira alternativa de debate: aquela relacionada aos conhecimentos das especialidades e ao funcionamento do pensamento operatório-formal em indivíduos adultos. Sendo essa a alternativa, é claro, com maiores relações com a psicologia do desenvolvimento. Esse debate é amplo e de muito interesse em psicologia, porém ele foi abordado e analisado de forma superficial no decorrer desta tese.

Essas três grandes áreas, postas de alguma forma em debate e relação com a epistemologia genética, permitiram a construção de uma proposta temática e metodológica para o desenvolvimento dessa pesquisa. Entretanto, possibilitaram mais que isso, pois servem de baliza para o desenvolvimento de análises futuras, que neste momento não se fizeram possíveis devido aos outros investimentos realizados para esta tese, como se verá a seguir.

Neste sentido, parece necessário perseguir esse esforço de tematização e atualização da epistemologia genética, através de ações como:

- a) ampliar a aproximação entre a epistemologia genética e a filosofia das ciências, em geral. Isso deve ser feito através da continuidade da revisão de periódicos sobre esses temas e pode ser complementado pela possível, e profícua, integração entre os pressupostos de Piaget e de Gastón Bachelard, ou de Mario Bunge, para o conhecimento e desenvolvimento das ciências naturais.
- b) ampliar a aproximação entre a epistemologia genética e a filosofia da química. Isso pode ser feito através da escolha de uma temática de interface entre essas disciplinas, ou entre esses projetos de pesquisa. A causalidade pode, por exemplo, ser o tema desta escolha.
- c) rearticular a aproximação realizada entre a epistemologia genética e a didática das ciências. Essa aproximação é antiga e cheia de equívocos. Por exemplo, ainda hoje é necessário manifestar os fundamentos da epistemologia genética para a pesquisa em educação em ciências<sup>14</sup>. Essa

---

<sup>14</sup> Esse foi o tema de minha apresentação na mesa-redonda sobre pesquisa em educação em ciências na 26ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, realizada em maio de 2003. Isso é irônico para

rearticulação por, por exemplo, trazer os trabalhos de Mansoor Niaz (professor de química, pesquisador de educação química e, anteriormente, autoproclamado neopiagetiano) para o debate.

- d) debater o conhecimento de especialidade, como a química ou a geologia, por exemplo, em relação à funcionalidade do pensamento operatório-formal. Isso pode ser feito, por exemplo, através da retomada dos protocolos de pesquisa a partir de um escrutínio que tenha o foco nesse objetivo.

## §2 – Da aprendizagem do método clínico.

A epistemologia genética possui mais de um método para o desenvolvimento de seus estudos, mas talvez o mais comentado e difícil de ser utilizado é o método clínico. Como se abordou na Introdução desta tese, as fontes bibliográficas sobre as etapas do desenvolvimento desse método são poucas e esparsas. Além disso, elas não oferecem uma orientação satisfatória para a elaboração de entrevista que utilizem temas diversos daqueles tradicionalmente realizados. Portanto, reitera-se, o método clínico é uma arte que deve ser dominada e para isso se necessita de preceptores.

Em minha dissertação de mestrado eu havia tangenciado a aprendizagem desse método e, naquela ocasião, utilizei algumas estratégias desse método para elaborar uma entrevista sobre a análise ambiental de um problema de chuva ácida. Os protocolos elaborados a partir dessas entrevistas me permitiram investigar a microgênese de condutas cognitivas relacionadas à análise ambiental.

O objetivo para esta tese foi maior e para alcançá-lo houve a necessidade de aprender o método clínico, vivenciando todas suas etapas, desde a elaboração da entrevista até a análise dos protocolos de pesquisa. Esse meu aprendizado contou com a Profa. Silvia Parrat-Dayan como orientadora. Em nossas conversas em Genebra, regadas a muitos conceitos em química, pude verificar a necessidade do amplo domínio das noções e dos conceitos específicos (como os químicos, por exemplos) a ser utilizados no desenvolvimento da entrevista. Além do mais, era necessário saber: o que perguntar? quando perguntar? e por que perguntar?

Foi através desses questionamentos e, principalmente, da elaboração conceitual necessária a uma das noções que eu queria estudar, aquela do “espaço vazio” presente

---

quem estuda Piaget, pois muito do que existe em educação em ciências se deve aos seus esforços pioneiros nas áreas da psicologia do desenvolvimento e de suas orientações de formação pedagógica.

nas substâncias fluídas, que reorientei a temática desta tese e escolhi os assuntos que eu iria abordar nas entrevistas.

Por outro lado, a elaboração das entrevistas teve relação com os sujeitos participantes desta pesquisa, que se decidira que seriam adolescentes e adultos, e com o tempo oportunizado para empreendê-las. Dessa forma, quis-se aproveitar ao máximo o período disponibilizado para a pesquisa e se empreendeu uma entrevista que continha muitos fenômenos e necessitava da mobilização de diversas noções em física e em química para ser respondida.

Entretanto, esse não é o caminho tradicional das pesquisas em epistemologia genética. Em seu formato tradicional, focaliza-se uma noção, abordada em diferentes perspectivas, em mais de um momento de pesquisa. Os dados que obtivemos nessa pesquisa são diferentes daqueles que se obteriam tradicionalmente. Estudando-se reações químicas no método clínico tradicional se prestaria atenção apenas ao fenômeno de corrosão, por exemplo. Seriam realizados mais experimentos, em que seriam variados o poder de corrosão das soluções ácidas e os metais utilizados.

Portanto, os dados do método clínico tradicional são mais profundos e extensos, enquanto os nossos são mais genéricos e matizados. Mesmo assim úteis para essa primeira, e inédita, integração entre a epistemologia genética e a química.

Por fim, parece necessário seguir o caminho de divulgação da elaboração do método clínico, ainda mais quando se trata de utilizá-lo em outras esferas do saber, e escrever materiais que sirvam de orientação para pesquisas futuras, desenvolvidas tanto por psicólogos como por educadores. Haja vista o item 'c)' do tópico anterior.

### §3 – Das análises empreendidas.

Nesta tese, foram analisados os protocolos de pesquisa em relação às mudanças de estado físico do éter (em sistema fechado) e do iodo (em sistema aberto) e em relação às reações químicas de precipitação e de corrosão de metais em soluções ácidas.

Essa análise buscou evidenciar os modelos causais utilizados por adolescentes e adultos na interpretação dos fenômenos presentes nos experimentos que fizeram parte das entrevistas clínicas. Esses experimentos serviram de suporte concreto para os diálogos realizados e registrados sobre as transformações físicas e químicas da matéria. Os modelos causais foram enunciados de forma progressiva, em relação a sua complexidade e a integração conceitual.

Dessas análises, pode-se verificar a variedade de modelos causais utilizados por adultos e adolescentes na compreensão dos fenômenos apresentados nos experimentos. Essa variedade, entretanto, nem sempre alcançou uma resolução articulada e condizente com o conhecimento científico, conforme encontrado por Bovet (2000) ao estudar o fenômeno de flutuação interpretado por sujeitos adultos.

A diversidade dos modelos causais evidenciados e a pouca articulação entre as noções diretamente relacionadas ao fenômeno permite inferir que: i) em relação às mudanças de estado da matéria, parece necessário um princípio de conservação da natureza da matéria; ii) em relação às transformações químicas da matéria, parece necessário um princípio de conservação da soma das massas das espécies que participam da reação, articulado com esquemas corpusculares que descrevam as separações e uniões entre as espécies químicas envolvidas nas reações. Tais princípios de conservação estão distantes da experiência física cotidiana e, principalmente em relação ao conhecimento em química, a indução experimental não parece suficiente para ensinar a articulação de esquemas corpusculares com o princípio de conservação das massas.

Por outro lado, as análises poderiam ter sido mais amplas e as lacunas presentes servem de orientação para trabalhos futuros, tais como:

I) Em relação aos fenômenos abordados nas entrevistas e registrados nos protocolos, por exemplo, não foram abordadas a expansão do ar sob aquecimento (na parte sobre as transformações físicas) e as diferenças de densidade das soluções utilizadas nas reações de corrosão (na parte sobre as transformações químicas), que poderiam sugerir alguma explicação sobre os fenômenos evidenciados. Essas análises não foram empreendidas devido à insuficiência dos dados obtidos a partir das entrevistas.

O experimento com a expansão do ar ficou deslocado do objetivo daquela parte, que era a análise das compreensões dos sujeitos sobre as mudanças de estado físico. Talvez seja necessário desenvolver pesquisas específicas relacionadas às transformações que os gases sofrem frente às mudanças de temperatura, de volume e de pressão, por exemplo. Dessa forma, será mais descritivo estudar por inteiro o ciclo de Carnot (ciclo envolvido nas transformações dos gases, de acordo com a relação entre pressão, volume e temperatura –  $PV \sim T$ ). Isso, por si só, já é uma temática que para ser abordada envolveria uma porção de anos de estudo.

As diferenças de densidade das soluções como possível justificativa para os diferentes comportamentos das soluções nas reações de corrosão ficou difícil de ser estudo devido à insuficiência de soluções estudadas, devido a pouca ênfase dada a esse princípio nas perguntas do entrevistador e, principalmente, por causa da abstração necessária ao reconhecimento da relação entre densidade e ação corrosiva das soluções aquosas e ácidas. Por outro lado, parece perigoso à saúde dos sujeitos participantes de pesquisa empreender experimentos em que essa relação estivesse mais fortemente presente. Portanto, essa parte da entrevista poderia ter sido excluída e substituída por outras relações que fossem mais descritivas para os fenômenos estudados, como a inclusão de outro material metálico e/ou de outra solução ácida que apresentasse uma velocidade de corrosão intermediária.

II) Em relação aos fenômenos estudados a partir dos protocolos, a continuação parece necessária para algumas transformações. Os dados sobre as mudanças de estado do iodo permitem estabelecer relações explicativas para as inferências estatísticas atribuídas por Stavy (1990a e 1990b) e justificadas a partir da Teoria do Processamento da Informação, mesmo que ela tenha desenvolvido suas pesquisas a partir das lacunas deixadas por Piaget e Inhelder no estudo dos princípios de conservação das quantidades físicas. Os modelos causais elencados, portanto, podem contribuir para justificar os dados de pesquisa obtidos por Stavy e isso ainda necessita ser exaustivamente elaborado.

Ainda em relação às mudanças de estado do iodo, pode ser interessante realizar um estudo de perfil psicogenético. Nesse caso, seria apenas necessário entrevistar sujeitos entre 6 ou 7 anos e 12 anos de idade. Somando-se aos dados que temos disponíveis para adolescentes e adultos, poder-se-á indicar uma psicogênese que vai além das idades normalmente associadas com o pensamento operatório-formal e abrange a adultez.

Levando-se em conta as reações químicas, parece necessário definir pesquisas que abordem apenas um ou outro tipo de reação química: precipitação ou corrosão. As possíveis indicações para pesquisas a serem realizadas com reações de corrosão já foram feitas do item §2. Com as reações de precipitações, pode-se ampliar o número de soluções que participam do fenômeno, utilizando, também, soluções que produzam um precipitado branco.

Em ambos os casos, as reações poderiam ser acompanhadas por informações sobre os nomes das soluções e dos materiais (dos metais, no caso da corrosão) que delas

participam. Isso para que se possa verificar se há algum princípio de relação, por parte dos sujeitos, entre os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico que são utilizados para descrever e justificar as reações químicas.

III) Em relação aos modelos elencados, eles poderiam ter sido melhor relacionados com as categorias descritas no capítulo de “Resultados e discussão”. Nesse sentido, também, há a possibilidade de indicar as transições entre os modelos causais que alguns sujeitos, ditos prototípicos, realizaram. Buscando evidenciar as justificativas subjacentes a tais transições, se elas são mais presentes em sujeitos adolescentes ou adultos, se são mais presentes em relação às mudanças de estado ou às reações químicas e, principalmente, o porquê disso e daquilo. Para tanto, pode-se, por exemplo, utilizar como escopo teórico os estudos de Piaget sobre o pensamento operatório-formal e o funcionamento da tomada de consciência, fazendo inter-relações com o conhecimento especializado e o desenvolvimento cognitivo de adultos.

#### § 4 – Das extrapolações didáticas.

As ênfases desta minha tese, principalmente em relação à população e as temáticas estudadas, permitem sugerir algumas possíveis extrapolações didático-pedagógicas. Entretanto, e isso desde que eu entrei neste programa de pós-graduação, mais uma vez vou me furtar deste assunto. Não porque dele não possa falar, pelo contrário, pois eu o respeito. Como é possível depreender da Introdução existe um coletivo de pesquisadores, apesar dos reinantes hiatos, que estuda, articula e divulga a didática das ciências.

Por isso, pareceria muito pretensioso fazer esse tipo de extrapolação, bem como as recomendações que dela adviria, sem levar em conta o debate e a crítica ao estado atual da didática das ciências estudada, articulada e divulgada, pelo menos, no Brasil. Dessa forma, por fim, julgo útil indicar um caminho de pesquisa que esta tese possibilitou na área da didática das ciências.

O seguinte resumo serve de introdução para o que virá no próximo parágrafo (o resumo pode ser útil para os leitores que não estão familiarizados com o ensino e a aprendizagem de química). Os temas mudanças de estado e transformação química da matéria são, normalmente, enunciados e articulados durante o primeiro ano do ensino médio. Esses temas costumam ser apresentados em uma ordem lógica que vai do assunto “mais simples” para o “mais complexo”. Ou seja, parte-se das transformações físicas e se pensa chegar às transformações químicas. Comumente esses assuntos não

estão relacionados a temas do cotidiano dos aprendizes ou dos professores e, algumas poucas vezes, são utilizados experimentos concretos para abordá-los. Além disso, o ensino desses assuntos pode até ser coletivo, mas a aprendizagem, geralmente, é solitária (porque quase não há trabalhos e discussão em grupo) e sem solilóquios (porque o conteúdo curricular ou os conceitos disciplinares são muito abstratos mesmo). Junta-se tudo isso, há a aridez que justifica a epítome da Legião Urbana: “Eu odeio Química!”.

Atualmente, em parceria com um professor do ensino médio e com um aluno do curso de licenciatura em química, estamos desenvolvendo, na Área de Educação Química da UFRGS, uma proposta curricular para o primeiro ano do ensino médio que visa articular os conceitos disciplinares com noções de mineralogia e geologia. Através dessa articulação será desenvolvida uma série de experimentos por pequenos grupos (3 a 4 aprendizes) visando à elaboração conceitual das idéias de mudança de estado e transformação química, entre outras noções. Nesse sentido, serão utilizados experimentos similares aos desta tese, tais como: mudanças de estado do éter, mudanças de estado do iodo, expansão do ar sob aquecimento e corrosão de metais em soluções ácidas.

Esses pequenos grupos serão acompanhados no decorrer do ano letivo, através da participação do aluno do curso de licenciatura como monitor. As atividades realizadas por um desse grupos, bem como as aulas ministradas pelo professor, serão registradas, posteriormente serão transcritas em protocolos de pesquisa e analisadas. O objetivo dessa pesquisa é evidenciar episódios de aprendizagem envolvendo as noções estudadas nesta tese, através de um método de ensino que busca a aprendizagem significativa e cooperativa dos sujeitos participantes dos pequenos grupos.

Finalmente, pelo que foi apresentado nestas considerações finais, verifica-se que o conjunto de tópicos de pesquisas possíveis é amplo. Perseguir esse caminho é um objetivo exaustivo que requer tempo e permite gerar uma boa porção de discussões e artigos. Espera-se (o verbo é bom, ele dá a noção de esperança) com isso, de alguma forma, influenciar, ainda que em longo prazo, a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem de química. Isso, obviamente, se eu não for convocado a me perfilar às fileiras piagetianas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahtee, M. & Varjola, I. (1998). Students' understanding of chemical reaction. *International Journal of Science Education*, 20 (3), 305-316.
- Atkins, P. (1999). Chemistry: the great ideas. *Pure & Applied Chemistry*, 71 (6), 927-929.
- Au, T.K.; Sidle, A.L. & Rollins, K.B. (1993). Developing an intuitive understanding of conservation and contamination invisible particles as a plausible mechanism. *Developmental Psychology*, 29 (2), 286-299.
- Bachelard, G. (1991). *A filosofia do não*. (J.J.M. Ramos, Trad.). Lisboa: Presença. (Trabalho original publicado em 1940).
- Bachelard, G. (1996a). *O novo espírito científico*. (A.J.P. Ribeiro, Trad.). Lisboa: Edições 70. (Trabalho original publicado em 1934).
- Bachelard, G. (1996b). *A formação do espírito científico*. (E.S. Abreu, Trad.). Rio de Janeiro: Contraponto. (Trabalho original publicado em 1938).
- Barker, V. (2000). *Beyond appearances: students' misconceptions about basic chemical ideas*. Londres: Royal Society of Chemistry. [Documento digital em: <http://www.chemsoc.org/networks/learnnet/miscon.htm>].
- Barker, V. & Millar, R. (1999). Students' reasoning about chemical reactions: what changes occur during a context-based post-16 chemistry course? *International Journal of Science Education*, 21 (6), 645-665.
- Benlloch, M. (1993). *La génesis de las ideas sobre la composición de la materia*. Tese de doutorado. Barcelona: Departamento de psicología evolutiva y de la educación, Universidad de Barcelona.
- Bidell, T.R. & Fischer, K.W. (1992). Beyond the stage debate: action, structure, and variability in Piagetian rtheory and research. Em: R. J. Sternberg e C.A. Berg, *Intellectual Development* (pp. 100-140). Crambridge: University Press.
- Blackburn, J.A. & Papalia, D.E. (1992). The study of adult cognition from a Piagetian perspective (pp. 141-160). Em: R. J. Sternberg e C.A. Berg, *Intellectual Development*. Crambridge: University Press.
- Bond, T.G. & Jackson, I. (1991). The GOU protocol revisited: a piagetian contextualization of critique. *Archives de Psychologie*, 59, 31-53.



- Bovet, M. (2000). Explicações e mudanças em adultos. Em: M. Moreno, G. Sastre, M. Bovet e A. Leal, *Os modelos organizadores na construção do conhecimento* (pp. 287-323). Campinas: Unicamp; São Paulo: Moderna.
- Bovet, M.; Baranzini, C.; Dami, C. & Sinclair, H. (1975). Prenotions physiques chez l'enfant. *Archives de Psychologie*, 43, 47-81.
- Bovet, M.; Domahidy-Dami, C. & Sinclair, H. (1982). Conservations and décalage. *Human Development*, 25, 201-214.
- Bovet, M.; Parrat-Dayana, S. & Deshusses-Addor, D. (1981). Peut-on parler de précocité et de régression dans la conservation? I. Précocité. *Archives de Psychologie*, 49, 289-303.
- Bovet, M.; Parrat-Dayana, S. & Vonèche (1987a). Comment engendrer une explication causale par apprentissage? I – Le rôle du dialogue. *Enfance*, 40 (4), 297-308.
- Bovet, M.; Parrat-Dayana, S. & Vonèche (1987b). Comment engendrer une explication causale par apprentissage? II – Le rôle de l'objet. *Enfance*, 40 (4), 309-322.
- Broughton, J. (1984). Not beyond formal operations but beyond Piaget. Em: M.L. Commons, F. A. Richards e C. Armon, *Beyond Formal Operations: Late adolescence and adult cognitive development* (pp. 395-411). Nova Iorque: Praeger.
- Bunge, M. (1974). *Teoria e realidade*. (G. Guinsburg, Trad.). São Paulo: Perspectiva. (Trabalho original publicado s/d).
- Bunge, M. (1982). Is chemistry a branch of physics? *Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie*, 13/2, 209-223.
- Bunge, M. (1998). *Philosophy of science - vol. 2: from explanation to justification*. New Brunswick (E.U.A.): Transaction Publishers.
- Campos, R.C. & Silva, R.C. (1999). Funções da química inorgânica...funcionam? *Química Nova na Escola*, 9, 18-22.
- Castorina, J.A. (1997). A psicologia genética e a problemática do conhecimento “de domínio”. Em: L. Banks-Leite, *Percursos piagetianos* (pp. 161-186). São Paulo: Cortez.
- Castorina, J.A. & Lerner, B.D. (1983). Comentarios sobre la investigación clínica en Freud y Piaget. *Acta psiquiátrica y psicológica América-latina*, 29 (2), 85-95.
- Commons, M.L.; Trudeau, E.J.; Stein, S.A.; Richards, F.A. e Krause, S.R. (1998). Hierarchical complexity of tasks shows the existence of developmental stages. *Developmental Review*, 18, 237-278.
- Del Re, G. (1998). Ontological status of molecular structure. *Hyle*, 4 (2), 81-103.

- Del Re, G. (2000). Models and analogies in science. *Hyle*, 6 (1), 5-15.
- Delval, J. (1996). La fecundidad de la epistemología de Piaget. *Substratum*, (3): 8-9, 89-125.
- Dionnet, S & Montangero, J. (1991). Temps de la cause et temps de l'effet dans la représentation du changement chez des enfants de sept à douze ans. *Archives de Psychologie*, 59, 281-299.
- Ebenezer, J.V & Erickson, G.L. (1996). Chemistry students' conceptions of solubility: a phenomenography. *Science Education*, 80 (2), 181-201.
- Ferreiro, E. (1996). Aplicar, replicar, recrear. Acerca de las dificultades inherentes a la incorporación de nuevos objetos al cuerpo teórico de la teoría de Piaget. *Substratum*, (3): 8-9, 175-185.
- Ferreiro, E. (2001). On the links between equilibration, causality and "prise de conscience" in Piaget's Theory. *Human Development*, 44, 214-219.
- Fischer, K.W.; Hand, H.H. & Russell, S. (1984). The development of abstractions in adolescence and adulthood (pp. 43-72). Em: M.L. Commons, F. A. Richards e C. Armon; *Beyond Formal Operations: Late adolescent and adult cognitive development*. Nova Iorque: Praeger.
- Fischer, K.W. & Kenny, S.L. (1986). Environmental conditions for discontinuities in the development of abstractions. (pp. 57-75). Em: R.A. Mines e K.S. Kitchener, *Adult Cognitive Development: methods and models*. Nova Iorque: Praeger.
- Freitag, B. (1997). *Piaget: 100 anos*. São Paulo: Cortez.
- Garcia, R. (1996). Crear para comprender. La concepción piagetiana del conocimiento. *Substratum*, (3): 8-9, 53-62.
- Gillieron, C. (1980). Réflexions sur le problème des décalages: à propos de l'article de Montangero. *Archives de Psychologie*, 48, 283-302.
- Gomes, L.A.K. (1998). Materiais: foco dos estudos em química. *Química Nova na Escola*, 8, 15-18.
- Gomez, M.-A.; Pozo, J.-I. & Sanz, A. (1995). Students' ideas on conservation of matter: effects of expertise and context variables. *Science Education*, 79 (1), 77-93.
- Good, M.L. (2001). Chemistry in the 21<sup>st</sup> century. A central science or a "back office" technical activity? *Pure & Applied Chemistry*, 73 (8), 1229-1230.
- Good, R.; Kromhout, R.A. & Mellon, E.K. (1979). Piaget's work and chemical education. *Journal of Chemical Education* 56, 426-430.

- Good, R.; Mellon, E.K. & Kromhout, R.A. (1978). The Work of Jean Piaget. *Journal of Chemical Education* 55, 688-694.
- Gribov, L.A. & Maslov, I.V. (2000). A possible approach to modeling bimolecular chemical reactions. *Russian Journal of Physical Chemistry*, 74 (3), 369-376. Abstract from: Web of Science, item: 298ZF.
- Haidar, A.H. & Abraham, M.R. (1991). A comparasion of applied and theoretical knowledge of concepts based on the particulate nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (10), 919-938.
- Henriques, L. (2000). Children's misconceptions about weather: a review of the literature. [Documento digital em: <http://www.csulb.edu/~lhenriqu/NARST2000>].
- Herron, J.D. (1975). Piaget for chemists: explaining what "good" students cannot understand. *Journal of Chemical Education* 52, 146-150.
- Hesse, J.J. & Anderson, C.W. (1992). Students' conceptions of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (3), 277-299.
- Hill, J.W. & Kolb, D.K. (1995). *Chemistry for changing times*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Inhelder, B. (1936). Observations sur le principe de conservation dans la physique de l'enfant. *Cahier de Pédagogie Expérimentale et de Psychologie de l'Enfant*, 9, 3-16.
- Inhelder, B. & Piaget, J. (1976). *Da lógica da criança à lógica do adolescente*. São Paulo: Pioneira. (Trad. D.M. Leite. Obra originalmente publicada em 1970).
- Janiuk, R.M. (2001). How to introduce some basic Chemistry concepts in the constructivist approach. Em: 6<sup>th</sup> European Conference on Research in Chemical Education and 2<sup>nd</sup> Conference on Chemical Education [CD-Rom], Universidade de Aveiro, Outubro de 2001.
- Johnson, P. (2000). Developing students' understanding of chemical change: what should we be teaching? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1 (1), 77-90.
- Johnstone, A.H. (2000). Teaching of chemistry – logical or psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1 (1), 9-15.
- King, P.M. (1986). Formal reasoning in adults: a review and critique. Em: R.A. Mines e K.S. Kitchener, *Adult Cognitive Development: methods and models* (pp. 1-21). Nova Iorque: Praeger.

- Krnel, D; Watson, R & Glažar, S.A. (1998). Survey of research related to the development of the concept of 'matter'. *International Journal of Science Education*, 20 (3), 257-289.
- Labouvie-Vief, G. (1984). Logic and self-regulation from youth to maturity: a model. Em: M.L. Commons, F. A. Richards e C. Armon; *Beyond Formal Operations: Late adolescence and adult cognitive development* (pp. 158-179). Nova Iorque: Praeger.
- Labouvie-Vief, G. (1992). A neo-Piagetian perspective on adult cognitive development. Em: R. J. Sternberg e C.A. Berg, *Intellectual Development* (pp. 197-228). Crambridge: University Press.
- Laszlo, P. (1995). *A palavra das coisas: ou a linguagem da Química*. (Trad. R. Gonçalves & A. Simões). Lisboa: Gradiva.
- Lopes, A.R.C. (1994). A concepção de fenômeno no ensino de química brasileiro através dos livros didáticos. *Química Nova*, 17 (4), 338-341.
- Lourenço, O. (1992). Além de Piaget? Sim, mas devagar... Lisboa: Nova Aliança.
- Maldaner, O.A. & Piedade, M.C.T. (1995). Repensando a química. *Química Nova na Escola*, 1, 15-19.
- Montangero, J. (1977). Experimentation, reussite et comprehension cuez l'enfant, dans trois taches d'elevation d'un niveau d'eau par immersion d'objets. *Archives de Psychologie*, 45, 127-148.
- Montangero, J. (1980). The various aspects of horizontal decalage. *Archives de Psychologie*, 48, 259-282.
- Montangero, J. (1981). A propos de decalages. Response a C. Gillieron. *Archives de Psychologie*, 49, 60-67.
- Montangero, J. & Maurice-Naville, D. (1998). *Piaget ou a Inteligência em Evolução*. (B.I. Marques e F. Becker, Trads.). Porto Alegre: Artes Médicas. (Trabalho original de 1994).
- Morgado, L. & Parrat-Dayana, S. (2002). Conservations libres avec l'enfant: problèmes et méthodes. *Bulletin de Psychologie*, 55 (6), 645-657.
- Mortimer, E.F. & Miranda, L.C. (1995). Transformações, concepções de estudantes sobre reações químicas. *Química Nova na Escola*, 2, 23-26.
- Mosini, V. (1994). Some considerations on the reductibility of chemistry to physics. *Epistemologia*, 17, 205-224.
- Nakhleh, M.B. & Samarapungavan, A. (1999). Elementary school children's beliefs about matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (7), 777-805.

- Nelson, P.G. (2002). Teaching chemistry progressively: from substances, to atoms and molecules, to electrons and nuclei. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 3 (2), 215-228.
- Nelson, P.G. (2003). Basic chemical concepts. *Chemistry Education: Research and Practice*, 4 (1), 19-24.
- Nyman, G. & Yu, H.G. (2000). Quantum theory of bimolecular chemical reactions. *Reports on Progress in Physics*, 63 (7), 1001-1059. Abstract from: Web of Science, item: 340TD.
- Nurrenbern, S.C. (2001). Piaget's theory of intellectual development revisited. *Journal of Chemical Education*, 78 (8), 1107-1110.
- Oliveira, R.J. (1995). O mito da substância. *Química Nova na Escola*, 1, 8-11.
- Oliveira, R.J. & Santos, J.M. (1998). A energia e a química. *Química Nova na Escola*, 8, 19-22.
- Paixão, M.F. (1999). *Da construção do conhecimento didático na formação de professores de ciências. Conservação da massa nas reacções químicas: estudo de índole epistemológica*. Tese de doutorado. Aveiro: Instituto de Formação Pós-Graduada, Doutoramento em Didáctica (Didáctica das Ciências), Universidade de Aveiro.
- Paixão, M.F. & Cachapuz, A. (2000). Mass conservation in chemical reactions: the development of an innovative teaching strategy based on the history and philosophy of science. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1 (2), 201-215.
- Parrat-Dayan, S. (2000). A teoria de Piaget sobre a causalidade. Em: M. Moreno, G. Sastre, M. Bovet e A. Leal, *Conhecimento e mudança: os modelos organizadores na construção do conhecimento*. (pp. 23-34). Campinas: Unicamp; São Paulo: Moderna.
- Parrat-Dayan, S. (2001). Sujeto-objeto-experimentador: estrategias de intervención en situaciones causales. Em: J.A. Castorina (Org.), *Desarrollos y problemas en psicología genética*. Buenos Aires: Endeba.
- Parrat-Dayan, S. & Bovet, M. (1982). Peut-on parler de précocité et de régression dans la conservation? II. *Archives de Psychologie*, 50, 207-219.
- Perraudau, M. (1998). *Piaget hoje: respostas a uma controvérsia*. (L. Baptista, Trad.) Lisboa: Instituto Piaget. (Trabalho original publicado em 1996).
- Piaget, J. (s/d). *A representação do mundo na criança*. (R. Fiúza, Trad.). Rio de Janeiro: Record. (Trabalho original publicado em 1926).

- Piaget, J. (1961). *Les mécanismes perceptifs*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Piaget, J. (1966). La psychologie, les relation interdisciplinaires et le système des sciences. *Bulletin de Psychologie*, 20 (5), 1-13.
- Piaget, J. (1967a). Les méthodes de l'épistémologie (62-132). Em: J. Piaget (Org.). *Logique et connainssance scientifique* (Encyclopédie de la Pléiade). Paris: Gallimard.
- Piaget, J. (1967b). Le système et la classification des sciences (1151-1224). Em: J. Piaget (Org.). *Logique et connainssance scientifique* (Encyclopédie de la Pléiade). Paris: Gallimard.
- Piaget, J. (1972). Intellectual evolution from adolescent to adulthood. *Human Development*, Vol. 15, pp. 1-12.
- Piaget, J. (1973). *Psicologia e epistemologia: por uma teoria do conhecimento*. (A. Cretella, Trad.). São Paulo: Forense. (Trabalho original publicado em 1970).
- Piaget, J. (1977a). *A tomada de consciência*. (E.B. Souza, Trad.). São Paulo: Melhoramentos, Edusp. (Trabalho original publicado em 1974).
- Piaget, J. (1977b). *O desenvolvimento do pensamento: equilíbrio das estruturas cognitivas*. (A. Figueiredo, Trad.). Lisboa: Publicações Dom Quixote. (Trabalho original publicado em 1977).
- Piaget, J. (1978). *Fazer e compreender*. (C.L.P. Leite, Trad.). São Paulo: Melhoramentos, Edusp. (Trabalho original publicado em 1974).
- Piaget, J. (1986). *O possível e o necessário - Volume 1: evolução dos possíveis na criança*. (B.M. Albuquerque, Trad.). Porto Alegre: Artes Médicas. (Trabalho original publicado em 1981).
- Piaget, J. (1987a). Introduction (Les conduits de l'adulte). Em: J. Piaget, P. Mounoud e J.-P. Bronckart; *Psychologie* (Encyclopédie de la Pléiade). Paris: Gallimard.
- Piaget, J. (1987b). *O possível e o necessário - Volume 2: evolução dos necessários na criança*. (B.M. Albuquerque, Trad.). Porto Alegre: Artes Médicas. (Trabalho original publicado em 1983).
- Piaget, J. (1990). *Epistemologia genética*. (A. Cabral, Trad.). São Paulo: Martins Fontes. (Trabalho original publicado em 1970).
- Piaget, J. (1995). *Abstração reflexionante: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais*. (F. Becker e P.B.G. da Silva, Trads.). Porto Alegre: Artes Médicas. (Trabalho original publicado em 1977).

- Piaget, J. & Bliss, J. (s/d). *Les changements d'états de la paraffine d'une bougie*.  
Manuscrito de artigo não publicado.
- Piaget, J. & Chatillon, J.F. (1975). Solubilité, miscibilité e flottaison. *Archives de Psychologie*, 43, 27-46.
- Piaget, J. & Garcia, R. (1971). *Les Explications Causales*. Paris: PUF.
- Piaget, J. & Garcia, R. (1987). *Psicogênese e história das ciências*. (M.F.M.R. Jesuino, Trad.) Lisboa: Dom Quixote. (Trabalho original publicado em 1983).
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1971). *O desenvolvimento das quantidades físicas na criança*. (C.M. Oiticica, Trad.) Rio de Janeiro: Zahar. (Obra originalmente publicada em 1962).
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1977). *A imagem mental na criança*. (A.C. Soares, Trad.). Porto: Livraria Civilização. (Trabalho originalmente publicado em 1966).
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1983). *A gênese das estruturas lógicas elementares*. (C.M. Oiticica, Trad.). Rio de Janeiro: Zahar. (Trabalho original publicado em 1959).
- Piaget, J. & Uzan, S. (s/d). *La bouillie de Franklin*. Manuscrito de artigo não publicado.
- Psarros, N. (1995). The constructive approach to the philosophy of chemistry. *Epistemologia*, 18, 27-38.
- Psarros, N. (1998). What has a philosophy to offer to chemistry? *Foundations of Science*, 3 (1), 183-202.
- Psarros, N. (2000). *The lame and the blind, of how much physics does chemistry need?*  
Documento digital em: <http://www.uni-leipzig.de/~philos/psarros/preprints/>
- Ramozzi-Chiarottino, Z. (1997). Organismo, lógica e sociedade no modelo piagetiano do conhecimento. Em: B. Freitag, *Piaget: 100 anos* (pp. 111-122). São Paulo: Cortez.
- Renström, L.; Andersson, B. & Marton, F. (1990). For personal use only--not for distribution. Students' conceptions of matter. *Journal of Educational Psychology*, 82 (3), 555-569
- Rosa, M.I.S. & Schnetzler, R.P. (1998). Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. *Química Nova na Escola*, 8, 31-35.
- Rosen, A.B & Rozin, P. (1993). Now you see it, now you don't. The preschool child's conception of invisible particles in the context of dissolving. *Developmental Psychology*, 29 (2), 300-311.

- Scerri, E.R. (1999). On the nature of chemistry. *Educación Química*, 10 (2), 74-78.
- Scerri, E.R. (2000a). The failure of reduction and how to resist disunity of sciences in the context of chemical education. *Science & Education*, 9, 405-425.
- Scerri, E.R. (2000b). Philosophy of chemistry – a new interdisciplinary field? *Journal of Chemical Education*, 77 (10), 522-526.
- Scerri, E.R. & McIntyre, L. (1997). The case for the philosophy of chemistry. *Synthese*, 111 (3), 213-232.
- Schummer, J. (1997). Towards a philosophy of chemistry. *Journal for General Philosophy of Science*, 28, 307-336.
- Schummer, J. (1998a). The chemical core of chemistry I: a conceptual approach. *Hyle*, 4 (2), 129-162.
- Schummer, J. (1998b). *Epistemology of material properties*. Em: 20 th World Congress of Philosophy: Epistemology of Material Properties, Boston/MA, USA, 10-16 Agosto. Documento digital em: <http://www.rz.uni-karlsruhe.de/~ed01/Jsliit/epismat.htm>
- Schummer, J. (1999). Coping with the growth of chemical knowledge: challenges for chemistry documentation, education, and working chemists. *Educación Química*, 10 (2), 92-101.
- Stavy, R. (1990a). Children's conceptions of changes in the state of matter: from liquid (or solid) to gas. *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (3), 247-266.
- Stavy, R. (1990b). Pupils' problems in understanding conservation of matter. *International Journal of Science Education*, 12 (5), 501-512.
- Stavy, R. & Stachel, D. (1985). Children's conception of changes in the state of matter: from solid to liquid. *Archives de Psychologie*, 53, 331-344.
- Stavy, R. & Tirosh, D. (1996). Intuitive rules in science and mathematics: the case of 'more of A – more of B'. *International Journal of Science Education*, 18 (6), 653-667.
- Sternberg, R.J. (1984). Higher-order reasoning in postformal operational thought. Em: M.L. Commons, F. A. Richards e C. Armon, *Beyond Formal Operations: Late adolescence and adult cognitive development* (pp. 74-91). Nova Iorque: Praeger.
- Tosi, L. (1994). Lavoisier e a revolução da química. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência – Série 3*, 4 (1): 117-138.
- Tsaparlis, G. (2003). Chemical phenomena versus chemical reactions: do students make the connection?. *Chemistry Education: Research and Practice*, 4 (1), 31-43.



- Valanides, N. (2000a). Primary student teachers' understanding of the particulate nature of matter and its transformations during dissolving. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1 (2), 249-262.
- Valanides, N. (2000b). Primary student teachers' understanding of the process and effects of distillation. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1 (3), 355-364.
- van Brackel, J. (1997). Chemistry as the science of the transformation of substances. *Synthese*, 111 (3), 253-282.
- Vickery, B.C. (1980). *Classificação e indexação nas ciências*. (M.C.G. Pirolla, Trad.). Rio de Janeiro: BNG/Brasilart. (Trabalho original publicado em 1975).
- Viennot, L. (1979). *Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire*. Paris: Hermann.
- Vinh-Bang, (1966). La methode clinique et la recherche en psychologie de l'enfant. Em: F. Bresson e M. Montmollin, *Psychologie et épistemologie génétiques, thèmes piagétiens* (pp. 67-82). Paris: Dunod.
- Vonèche, J. (1997). A origem das idéias de Piaget sobre gênese e desenvolvimento. Em: L. Banks-Leite, *Percursos piagetianos* (pp. 21-34). São Paulo: Cortez.

**ANEXO A**

Prezado participante,

Sou estudante do curso de doutorado em Psicologia do Desenvolvimento da UFRGS e estou realizando uma investigação visando à conclusão do meu curso. Essa investigação, sob a orientação da Professora Léa da Cruz Fagundes, tem por objetivo compreender como adolescentes e adultos interpretam algumas transformações das substâncias.

A sua participação nessa investigação envolve uma entrevista, com a duração aproximada de cerca de quarenta minutos. Essa entrevista será gravada. A sua participação neste estudo é voluntária. Se você decidir não participar ou quiser desistir de participar em qualquer momento, tem absoluta liberdade de fazê-lo.

Os resultados deste estudo serão publicados em artigo de revistas científicas e, possivelmente, em livro. O seu nome não aparecerá e será mantido o mais rigoroso sigilo, através da omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo. Apesar de que você não terá benefícios diretos em decorrência de sua participação, o provável benefício que lhe advirá por ter tomado parte nesta pesquisa é a consciência de ter contribuído para a compreensão do fenômeno estudado e para a produção de conhecimento científico.

Se você tiver qualquer pergunta em relação à pesquisa, por favor, telefone para mim. O número do meu telefone é: 33166270.

Atenciosamente,

Assinatura

Data

Consinto em participar deste estudo

Assinatura

Data