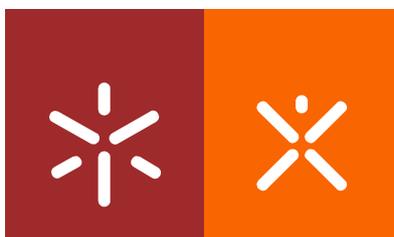


Universidade do Minho
Instituto de Educação

Policarpo Ornai Neto

Concepções de alunos timorenses, de 12^o ano, sobre os conceitos de ácido e base: Um estudo comparativo entre os alunos de escolas públicas e de escolas privadas



Universidade do Minho
Instituto de Educação

Policarpo Ornai Neto

**Conceções de alunos timorenses, de 12^º
ano, sobre os conceitos de ácido e base:
Um estudo comparativo entre os alunos de
escolas públicas e de escolas privadas**

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Ciências da Educação
Área de Especialização em Supervisão Pedagógica
na Educação em Ciências

Trabalho realizado sob a orientação da
Doutora Ana Sofia Cavadas Afonso

Setembro de 2012

DECLARAÇÃO

Nome: Policarpo Ornai Neto

Endereço electrónico: metaornaineto@gmail.com

Telefone: 960175369

Número do Passaporte: C0006885

Título da dissertação: Conceções de alunos timorenses, de 12º ano, sobre os conceitos de ácido e base: Um estudo comparativo entre os alunos de escolas públicas e de escolas privadas

Orientadora: Doutora Ana Sofia Cavadas Afonso

Ano de conclusão: 2012

Designação do Mestrado: Mestrado em Ciências da Educação Área de Especialização em Supervisão Pedagógica na Educação em Ciência

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA DISSERTAÇÃO, APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE

Universidade do Minho, 12 /09/2012

Assinatura _____

AGRADECIMENTOS

Embora uma tese seja, pela sua finalidade académica, um trabalho individual, há contributos de natureza diversa que não podem e nem devem deixar de ser realçados. Por essa razão, desejo expressar os meus sinceros agradecimentos:

- À Doutora Ana Sofia Cavadas Afonso, minha orientadora, pela competência científica e acompanhamento do trabalho, pela disponibilidade e generosidade reveladas ao longo deste ano de trabalho, assim como pelas críticas, correções e sugestões relevantes feitas durante a orientação.
- À Professora Doutora Laurinda Leite pela dedicação e interesse demonstrados ao longo da realização deste estudo, tanto no meu crescimento académico como a língua portuguesa.
- Ao Reitor, ao Decano da Faculdade de Educação Artes e Humanidades (FEAH) e ao Chefe do departamento de Química, Universidade Nacional de Timor Lorosa'e pelo apoio ao realizar este mestrado.
- Aos Diretores Regionais, aos Diretores das escolas e aos professores de Químicas do 12º ano escolas secundárias que participaram nesta investigação, pela disponibilidade prestada e sem eles este trabalho não poderia ter efetuado.
- À minha família que me deu a oportunidade para continuar o meu estudo.
- A todos aqueles que contribuíram para este trabalho.

RESUMO

Promover a educação em Timor-Leste é uma das prioridades do Governo Timorense. No que diz respeito ao ensino-aprendizagem da Química no ensino secundário, os novos programas tem em as perspectivas atuais para o ensino das ciências. Assim, um aspeto importante a considerar são as conceções alternativas que os alunos possuem sobre temas de Química. Contudo, não foram encontrados estudos sobre as conceções alternativas de alunos timorenses sobre assuntos de Química. Dado que o tema ácido-base é considerado um tema fundamental no ensino-aprendizagem da Química, este estudo procurou responder às seguintes questões: Que ideias possuem os alunos Timorenses do 12º ano da área de Ciências Naturais sobre o tema ácido-base? Qual o desempenho dos alunos Timorenses do 12º ano, que frequentam as escolas secundárias públicas em relação aos alunos Timorenses que frequentam as escolas privadas, no tema ácido e de base? Para tal, foi aplicado um questionário a 120 alunos do 12º ano escolas secundárias Timorense. 60 alunos estudavam em escolas públicas e 60 alunos estudavam em escolas privadas). O resultado do estudo permitem constatar que as ideias dos alunos sobre o tema ácido-base são semelhantes às encontradas na literatura. Constata-se que o modelo de Arrhenius é o mais conhecido dos alunos e que os alunos evidenciam várias conceções alternativas quando definem ácido e base, distinguem entre um ácido forte e um ácido fraco, distinguem entre base forte e base fraca, definem pH, explicam reações de neutralização. Para além disso, revelam dificuldades na identificação de reações ácido-base e na identificação de pares ácido-base conjugados. No que diz respeito ao desempenho dos alunos da escola pública em relação aos alunos da escola privada, os resultados são de modo geral muito semelhantes.

ABSTRACT

Promoting education is a key issue for East-Timor Government. As far as the teaching and learning of chemistry is concerned, the new secondary syllabus has in consideration the contemporary perspectives for science education. Consequently, an important aspect to have in consideration is the East-Timor students' alternative conceptions in chemistry. However, there is a lack of studies analyzing this issue. This study focuses on students' ideas of acid-base; an essential theme in chemistry. The study aims at answering the following research questions: Which ideas do East-Timor students, attending a 12 year in a Natural Science course, have on acid and base?; To what extent are these ideas similar or different for students that attend a private school and a public school? In order to collect the data a questionnaire was applied to 120 students enrolled in the 12 school year in East-Timor. 60 of these students were studying in private schools and 60 were studying in public schools. Results show that students' ideas are similar to those found in the literature. Arrhenius' model is the most known by students and students show alternative conceptions when they: define acid and base; differentiate between a strong and weak acid, differentiate between a strong and weak base; define pH; explain neutralization. Furthermore, they show difficulties in identifying acid and base reactions and in identifying conjugate acid-base pairs. Finally, the students' ideas seem to be similar and not constrained by the kind of school, i.e. private or public, that they attend.

ÍNDICE

AGRADECIMENTO	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vii
ÍNDICE	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE QUADROS	xii
Capítulo I – CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO	1
1.1. Introdução	1
1.2. Breve contextualização do sistema educativo em Timor-Leste após a independência	1
1.3. A Química no currículo de ensino transitório e no novo currículo de Timor-Leste	4
1.4. A importância do tema ácido-base e a sua cobertura no currículo do ensino secundário em vigor	12
1.5. Questões de Investigação	14
1.6. Importância do estudo	14
1.7. Limitações do Estudo	14
1.8. Estrutura geral da dissertação	15
Capítulo II – REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1. Introdução	17
2.2. Concepções alternativas e o ensino-aprendizagem das ciências	17
2.3. Alguns estudos sobre concepções alternativas dos alunos do ensino secundário no tema ácido base	21

2.4. Algumas razões para as dificuldades dos alunos do ensino secundário no tema ácido-base	25
2.5. Os estudos sobre o ensino da Química em Timor Leste	27
Capítulo III – METODOLOGIA	29
3.1. Introdução	29
3.2. Síntese do estudo	29
3.3 População e amostra	29
3.4. Técnica e Instrumento de recolha de dados	32
3.4.1. Técnica de recolha de dados	32
3.4.2. Instrumento de recolha de dados	32
3.4.3. Validação do questionário	33
3.5. Recolha de dados	34
3.6. Tratamento dos dados	35
Capítulo IV – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	37
4.1. Introdução	37
4.2. As ideias dos alunos no tema ácido-base	37
4.2.1. Conceito de ácido	37
4.2.2. Exemplos de ácidos no dia a dia	40
4.2.3. Propriedades dos ácidos	41
4.2.4. Diferença entre um ácido forte e um ácido fraco	42
4.2.5. Representação corpuscular de uma solução de um ácido fraco no modelo de Arrhenius	46
4.2.6. Conceito do pH de uma solução	47
4.2.7. Cálculo do pH	49
4.2.8. Conceito de base	50
4.2.9. Exemplos de base no dia a dia	52
4.2.10. As características de base	53
4.2.11. Solução de um ácido fraco: Representação corpuscular no modelo de Arrhenius; concentração e pH da solução	55

4.2.12. A ocorrência da reação de ácido-base de algumas substâncias colocadas em contacto	57
4.2.13. Pares ácido-base conjugado	59
4.2.14. Reação de neutralização	62
Capítulo V – CONCLUSÕES, IMPLICAÇÕES E SUGESTÕES	65
5.1. Introdução	65
5.2. Conclusões	65
5.3. Implicações do estudo e sugestões para futuras investigações	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
ANEXOS	75
Anexo 1 - Questionário	76
Anexo 2 - Elementos a incluírem nas respostas ao questionário de modo a que as respostas possam ser inseridas na categoria “válida”	81

LISTA DE FIGURAS

1 - Vários aspetos a considerar no ensino-aprendizagem da Química	20
2 - Mapa das regiões e dos distritos de Timor-Leste	30

LISTA DE TABELAS

1 - Respostas dos alunos á questão “ O que entende por ácidos”	38
2 - Conceções alternativas sobre a definição de ácido	39
3 - Exemplos de ácidos no dia-a-dia	40
4 - Número de propriedades dos ácidos referidas pelos alunos	41
5 - Propriedades dos ácidos	42
6 - Existência ou não de uma diferença entre um ácido forte e um ácido fraco	43
7 - Respostas dos alunos sobre “a diferença de um ácido forte e um ácido fraco”	44

8 - Conceções alternativas sobre a diferença entre um ácido forte e um ácido fraco	45
9 - Representação escolhida pelos alunos para um ácido fraco	46
10 - Respostas dos alunos sobre “ O conceito de pH”	47
11 - Conceções alternativas sobre o pH de uma solução	49
12 - O valor pH de HCl e NaOH com concentração de $10^{-8}M$	49
13 - Respostas dos alunos sobre o conceito de base	51
14 - Conceções alternativas dos alunos sobre o conceito de base	52
15 - Exemplos de bases, dados pelos alunos, que se podem encontrar no dia-a-dia	53
16 - Número de características das bases, referidas pelos alunos	53
17 - Respostas dos alunos sobre as caraterísticas das bases	55
18 - Concentração, pH e força de uma base	56
19 - Ocorrência de reação entre as substâncias indicadas	58
20 - Pares ácido base conjugados	59
21 - Carater químicos das espécies químicas envolvidas nas reações	60
22 - Caráter químico das espécies químicas envolvidas nas reações	62
23 - pH no ponto de equivalência	62

LISTA DE QUADROS

1 - Conteúdos de Química abordados no currículo transitório do 10º ano de escolaridade	6
2 - Conteúdos de Química abordados no currículo transitório do 11º ano de escolaridade	7
3 - Conteúdos de Química abordados no currículo transitório do 12º ano de escolaridade	8
4 - Matriz do questionário aplicado aos alunos	33

Capítulo I

CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO

1.1.Introdução

Neste capítulo é feita a contextualização do estudo. Em primeiro lugar faz-se uma breve contextualização do sistema educativo em Timor-Leste após a independência (1.2) e, de seguida, apresenta-se a química no currículo do ensino transitório e no novo currículo de Timor-Leste (1.3), apresenta-se também a importância do tema ácido-base e a sua cobertura no currículo do ensino em vigor (1.4). Também são apresentados as questões de investigação (1.5), a sua importância (1.6) e suas limitações (1.7). Por fim apresenta-se a estrutura geral da dissertação (1.8).

1.2.Breve contextualização da educação em Timor-Leste após a independência

Em 1999 o povo de Timor Leste decidiu, em referendo, que o país seria independente após anos de administração Indonésia. Nessa altura, cerca de 90% das escolas foram destruídas por milícia pró-indonésia e ocorreu uma fuga de professores para a Indonésia. No ensino secundário, cerca de 90% dos professores deixaram o país. As maiorias dos professores que fugiram eram Indonésios e muitos sem intenções de regressar. Os professores que restaram eram, na sua maioria, voluntários (Nicolai, 2004). Timor torna-se um estado soberano, reconhecido internacionalmente, 20 de Maio de 2002. Durante o período de 1999-2002, Timor Leste teve uma administração transitória das Nações Unidas.

O ano escolar de 1999/2000 não abriu oficialmente em Timor Leste. As escolas foram oficialmente reabertas em outubro de 2000, mas sem qualquer regulamento ou política educativa. Também as aulas não eram lecionadas em Português mas noutras línguas. Estas línguas eram o Bahasa-Indonésia o Tétum. Em 2001 as escolas começaram a regressar à normalidade com professores voluntários. No ano letivo 2000/2001 todos os alunos no 1º e 2º ano de escolaridade tiveram pela primeira vez aulas em português. Nas escolas foi utilizado o currículo Indonésio (Nicolai, 2004). No período de 2000 até 2002, a reestruturação na área da educação focou-se na reconstrução física das escolas, em particular das escolas secundárias, e a Igreja Católica foi um dos impulsionadores na abertura de escolas (Nicolai, 2004). Esta

reconstrução foi afetada pela crise de 2006 que conduziu à destruição de escolas e à sua vandalização.

O estado de Timor-Leste assumiu como uma prioridade política a educação de qualidade mas enfrenta ainda grandes desafios, tais como: a) Necessidade de aumentar os índices de aprendizagem; b) Redução do abandono escolar; c) Redução da diferença entre as oportunidades educativas nas zonas urbanas e rurais; d) Igualdade de género na escola; e e) Melhoria da qualidade de ensino (Freitas, 2011)

Timor-Leste traçou metas para a promoção da educação. Algumas destas metas são: a) uma educação básica para todos; b) diversificação das opções de educação; c) mudanças nos currículos escolares de modo a serem mais úteis no mercado de trabalho; d) formação de professores de acordo com as novas perspetivas de aprendizagem reconhecidas a nível internacional (Freitas, 2011).

Muito trabalho foi já desenvolvido com vista a atingir estas metas. De entre este trabalho destaca-se a implementação de reformas institucionais; a aprovação da Lei de Bases do Sistema Educativo em 2008; a aprovação de competências obrigatórias do exercício de docência e o estatuto da carreira docente; a conclusão do currículo para os 12 anos de escolaridade do ensino básico (do 1º ano ao 9º anos de escolaridade) e secundário (do 10º ano ao 12º ano de escolaridade) de Timor-Leste (Freitas, 2011).

Um acontecimento importante para a reestruturação do sistema educativo de Timor-Leste foi o primeiro congresso de Educação Nacional de Timor Leste, em Outubro de 2003. Um dos resultados deste congresso foi a criação de equipas de trabalho com responsabilidades na elaboração da Lei Básica da Educação e a criação de equipas de trabalho para a preparação das condições para elaboração do currículo do Ensino Básico. Cooperadores externos, com conhecimento mais profundos sobre questões do currículo e familiaridade com a língua Portuguesa, língua de instrução nas escolas Timorenses, participaram nesta reestruturação.

Na reforma do currículo do 3º ciclo do Ensino Básico, os colaboradores externos foram a Universidade do Minho e a United Nations International Children's Emergency Fund (UNICEF) (Pacheco *et al*, 2009). Os objetivos desta reforma curricular são: assegurar uma educação para todas as crianças e jovens relacionados com o desenvolvimento de capacidade de ser, do saber, do pensar, do fazer e do aprender viver juntos; facilitar o desenvolvimento de competências dos saberes dos alunos que permitam prosseguir o Ensino Secundário ou Ensino

Técnico Profissional; garantir o domínio das línguas Portuguesa e Tétum; facilitar efetivamente todas as experiências relacionadas com desenvolvimento físico e motor, com as atividades manuais e a educação artística que proteja a maturidade cívica e sócio afetiva; desenvolver os valores característicos de identidade nomeadamente as línguas oficiais e nacionais e história e cultura timorenses; garantir as consciências sobre educação cívica, moral e religião e garantir apoio especial e condição para o desenvolvimento e necessidades educativas especiais (Jornal da Republica, Série I, No. 40, 2008).

A reforma curricular para o ensino secundário contou com a colaboração do Instituto Português do Apoio de Desenvolvimento (IPAD) Fundação Calouste Gulbenkian e Universidade de Aveiro (Martins *et al*, 2011). A reforma curricular do Ensino Secundário tem os seus objetivos escritos na Lei de Bases da Educação (Artigo, 15) explicitados nestes termos:

“a) Assegurar e aprofundar as competências e os conteúdos fundamentais de uma formação e de uma cultura humanística, artística, científica e técnica, como suporte cognitivo e metodológico necessário ao prosseguimento de estudos superiores ou à inserção na vida ativa; b) Assegurar o desenvolvimento do raciocínio, da reflexão e da curiosidade científica; c) Desenvolver as competências necessárias à compreensão das manifestações culturais e estéticas e possibilitar o aperfeiçoamento da expressão artística; d) Fomentar a aquisição e aplicação de um saber cada vez mais aprofundado, assente na leitura, no estudo, na reflexão crítica, na observação e na experimentação; e) Fomentar, a partir da realidade, e no apreço pelos valores permanentes da sociedade, em geral, e da cultura timorense, em particular, pessoas ativamente empenhadas na concretização das opções estratégicas de desenvolvimento de Timor-Leste e sensibilizadas, criticamente, para a realidade da comunidade internacional; f) Assegurar a orientação e formação vocacional, através da preparação técnica e tecnológica adequada ao ingresso no mundo do trabalho; g) Facultar contactos e experiências com o mundo do trabalho, fortalecendo os mecanismos de aproximação entre a escola, a vida ativa e a comunidade e dinamizando a função inovadora e interventora da escola;

h) Assegurar a existência de hábitos de trabalho, individual e em grupo, e fomentar o desenvolvimento de atitudes de reflexão metódica, de abertura de espírito, de sensibilidade e de disponibilidade e adaptação à mudança.” (p. 2645-2646)

No Ensino Secundário, os alunos podem escolher uma de duas vertentes para o seguimento de estudos. Os alunos podem escolher os cursos gerais ou os cursos de formação vocacional. Os cursos gerais são de natureza humanística e científica. Estes cursos são predominantemente orientados para o prosseguimento de estudos no ensino superior universitário. No entanto, também permitem o ingresso no ensino superior técnico. Os cursos de formação vocacional, de natureza técnica e tecnológica ou profissionalizante orientado para a inserção na vida ativa, que possibilitam o acesso tanto ao ensino superior técnico como ao ensino universitário (Ministério da Educação, 2011).

Os currículos nacionais estão prontos mas as suas implementações têm vindo a ser faseada. No caso do 3º ciclo do ensino básico, os alunos que iniciaram o 7º ano em janeiro de 2011 começam a ser ensinados com o currículo novo. No ensino secundário os alunos que se encontram no 10º ano de escolaridade começaram a ser ensinados no novo currículo a partir de janeiro de 2012.

1.3.A Química no currículo de ensino transitório e no novo currículo de Timor-Leste

A divisão dos alunos por anos de escolaridade era no sistema educativo transitório efetuada do seguinte modo: primário (do 1º ao 6º ano de escolaridade), pré-secundário (do 7º ao 9º ano de escolaridade) e secundário (três últimos anos). No 12º ano os alunos podiam ser encaminhados para as áreas “Ciências Naturais” ou “Ciências Humanas e Línguas” mas só os alunos que obtivessem as melhores classificações no 10º e 11º ano poderiam seguir a área de Ciências Naturais e continuar os seus estudos na Universidade para serem, por exemplo, médicos, engenheiros. Para além destas áreas os alunos poderiam seguir o Ensino Técnico profissionalizante. Este ocorre após o final do ensino pré-secundário. Este é um percurso menos frequente pois as escolas técnicas não existem em todos os distritos e a sua qualidade é vista como inferior (Aguilar, 2011).

No atual currículo do ensino básico a divisão dos alunos é efetuada do seguinte modo: ensino básico que compreende o 1º ciclo (do 1º ano 4º ano de escolaridade), o 2º ciclo (do 5º

ao 6º ano de escolaridade) e o 3º ciclo (do 7º ano ao 9º ano de escolaridade) e ensino secundário (do 10º ano ao 12º ano de escolaridade).

No currículo de ensino transitório a Química e a Geologia estão praticamente ausentes do currículo pré-secundário. O ensino das ciências resume-se à disciplina de Ciências Naturais Geral que contém duas disciplinas, a Biologia e a Física. A carga horária é de seis horas por semana (Biologia três horas e Física três horas). As duas disciplinas são ensinadas por professores diferentes, no entanto, a avaliação trimestral é feita conjuntamente. A avaliação correspondente ao nível pré-secundário é trimestral e realiza-se no último mês do trimestre. Os alunos do 9º ano têm exame Nacional que lhes confere um diploma. A obtenção do diploma permite-lhes prosseguirem os seus estudos. Como resultado desta forma de avaliação o ensino foca-se na preparação dos alunos para o exame. A metodologia de ensino adotada é a transmissão de conhecimentos.

No currículo do ensino secundário transitório, a Química é uma disciplina do 10º e 11º ano de escolaridade mas só existe no 12º ano de escolaridade se os alunos escolherem a área de Ciências Naturais. A Química é ensinada pela primeira vez no ensino secundário. A carga horária para essas disciplinas no 10º e 11º ano é de 48 horas no primeiro trimestre, 46 horas no segundo trimestre e 48 horas no terceiro trimestre. No 12º ano o número de horas para a Química é de 72 horas no 1º trimestre, 68 horas no segundo trimestre e 72 horas no terceiro trimestre.

No currículo transitório, o ensino e aprendizagem da Química tem como objetivo principal a aquisição de conceitos de química. Os Tópicos e assuntos de Químicas que fazem parte do currículo transitório desde o 10º ano até ao 12º ano são as apresentadas nos Quadro 1, Quadro 2 e Quadro 3.

Quadro 1 – Tópicos e assuntos de Química abordados no currículo transitório do 10º ano de escolaridade

1º Trimestre	
Tópicos	Assuntos
1. Transformação da matéria	A. Matéria, massa e peso, B. Energia C. Propriedades da matéria, D. Transformação da matéria, E. Lei de Lavoisier
2. Elemento, substância e mistura	A. Elemento, B. Substância, C. Mistura
3. Átomos, Moléculas e Iões	A. Átomos, B. Moléculas, C. Iões
4. Símbolos, fórmula e equações químicas	A. Símbolos químicos, B. Formulas químicas C. Equações químicas
5. Hipótese de Avogadro	A. Hipótese de Avogadro
6. Massa atômica relativa (Ar) e massa molecular relativa (Mr)	A. Massa atômica relativa (Ar) B. Massa molecular relativa (Mr)
2º Trimestre	
7. Mole	A. Definição do mole, B. Número de Avogadro e moles de átomos, C. Estequiometria de fórmula, D. Estequiometria de reações.
8. Estrutura do átomo	A. Estrutura do átomo
9. Tabela periódica dos elementos	A. História da evolução da tabela periódica dos elementos, B. Lei periódica, C. Tabela periódica moderna, D. Período e Grupo, E. Propriedades periódicas
10. Ligação Química	A. Ligação iónica, B. Ligação Covalente, C. Energia da ligação, D. Ligação covalente coordenada, E. Ligação covalente polar e não polar, F. Momento de dipolo (μ), G. Estrutura (geometria) molecular
3º Trimestre	
11. Reações Redox	A. Definição da reação redox, B. Oxidator e redutor, C. Reações autoredox, D. Tratamento de metais, E. Nomenclatura
12. Hidrocarbonetos	A. História de Hidrocarbonetos, B. Ligação de carbono, C. Hidrocarbonetos saturados e insaturados
13. Alcanos, Alcenos e Alcinos	A. Alcanos, B. Alcenos, C. Alcinos
14. Petróleo	A. Processo da formação do petróleo, B. Composição do petróleo, C. Qualidade do combustível, D. Efeitos da queima do combustível
15. Funções dos elementos no quotidiano do ser humano	A. Função dos elementos metálicos no dia-a-dia B. Função dos elementos não metálicos no quotidiano

Quadro 2 - Tópicos e assuntos de Química abordados no currículo transitório do 11º ano de escolaridade

1º Trimestre	
Tópicos	Assuntos
1. Termoquímica	A. Definição da termoquímica, B. Entalpia (H) e variações de entalpia (ΔH), C. Reações exotérmicas e endotérmicas, D. Padrão variações de entalpia, E. Tipos de entalpia, F. Cálculo das variações de entalpia, G. Calor na combustão de combustível
2. Velocidade da reação	A. Definição, B. Avaliação da velocidade de uma reação, C. Teoria das colisões, D. Efeito de vários parâmetros sobre a velocidade, E. Velocidade de reação e mecanismos
3. Condições de equilíbrio e mudanças de equilíbrio	A. Equilíbrio dinâmico, B. Situação de equilíbrio, C. Equilíbrio homogéneo e heterogéneo, D. Equilíbrio químico e o princípio de Le Chatelier, E. Princípio do equilíbrio na indústria
4. Constante de equilíbrio	A. Definição do constante de equilíbrio, B. Constante equilíbrio “Kc”), C. Relação entre Kc e coeficiente de equilíbrio, D. A soma de Kc, E. Constante de equilíbrio das pressões parciais “Kp”, F. Relação entre Kc e Kp, G. Cálculos de equilíbrio, H. Benefício do constante de equilíbrio, I. Equilíbrio de dissociação
2º Trimestre	
5. Solução eletrólito e não eletrólito	A. Definição da solução, B. Solução eletrólito e não eletrólito, C. Eletrólito e ligações químicas, D. eletrólito forte e fraco
6. Concentração de solução	A. Definição, B. Molaridade (M), C. Molalidade (m), D. Fração molar (X)
7. Solução ácida e solução básica	A. Propriedades de ácido e da base, B. Constante equilíbrio de água (Kw), C. Teoria ácido-base de Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis, D. Força de ácidos e bases, E. O pH, F. Calculo do pH de ácido forte e fraco, e da base forte e fraco, G. O Indicador de ácido-base, I. Reações de neutralização
8. Estequiometria da solução	A. Várias reações na solução, B. Titulação de ácido-base, C. Cálculos estequiométricos
9. Grupos funcionais	A. Grupos do composto de carbono, B. Reação ao conhecimento dos grupos funcionais
10. Álcool e éter	A. Álcool, B. Éter
11. Aldeídos e cetonas	A. Aldeídos, B. Cetonas
12. Ácidos carboxílicos e ésteres	A. Ácidos carboxílicos, B. Ésteres
3º Trimestre	
13. Sistemas coloidais	A. Classificação de sistema colóide, B. Propriedades de colóide, C. Produção de sistema colóide
14. Química ambiental	A. Poluição do ar, B. Poluição da água, C. Poluição do solo
15. Substâncias aditivas	A. Substâncias aditivas alimentares, B. O limite do uso das substâncias aditivas
16. Fertilizante e pesticida	A. Fertilizante, B. Pesticida
17. Substâncias radioativas e utilização de radioisótopos	A. Utilização de raios radioativas, B. Unidades de radiação, C. Séries de desintegração radioativas, D. Utilização de radioisótopos, E. Resíduos radioativas e a sua disposição, F. Efeitos das radiações para os seres vivos e meio ambiente

Quadro 3 - Tópicos e assuntos de Química abordados no currículo transitório do 12º ano de escolaridade

1º Trimestre	
Tópicos	Assuntos
1. Propriedade coligativas	A. Definição de propriedades coligativas, B. Propriedade coligativas da solução não eletrólito, C. Propriedade coligativas da solução eletrólito
2. Solução tampão	A. Definição de uma solução tampão, B. Cálculo do pH de uma solução tampão, C. Propriedades da solução tampão, D. Utilização da solução tampão
3. Hidrólise de sal	A. Definição de Hidrólise, B. Sal que é formado pelo ácido fraco e base forte, C. Sal que é formado pelo ácido forte e base fraca, D. Sal que é formado pelo ácido fraco e base fraca, E. Sal que é formado pelo ácido forte e base forte, F. Hidrólise na vida quotidiana
4. Solubilidade e constante do produto de solubilidade	A. Definição de solubilidade e constante do produto de solubilidade (Ksp), B. A relação entre solubilidade (s) e Ksp, C. O efeito do ião comum, D. Reações de precipitação e Ksp
5. Reações Redox e eletroquímica	A. Definição da reação redox e eletroquímica, B. Balanceamento de equações redox, C. Células Galvânicas, D. Corrosão, E. Células electrolíticas
2º Trimestre	
6. Estrutura do átomo	A. Teoria da estrutura do átomo moderno, B. Números quânticos, C. Formas e direções orbitais do átomo, D. Configuração eletrónicas
7. Sistema periódico dos elementos	A. Classificações dos elementos, B. Determinações do grupo e período
8. Ligação química	A. Ligação dos metais, B. ligação do Hidrogénios, C. Ligação de Van Der Waals
9. Gases nobres	A. História da descoberta de gases nobres, B. Gases nobres no meio ambiente, C. Propriedades de gases nobres, D. Compostos de gases nobres, E. Estrutura do composto xenónio, F. Funções de gases nobres
10. Os halogénios	A. Elementos halogénios no meio ambiente, B. Propriedades do halogénios, C. Compostos de halogénios
11. Os metais alcalinos e os metais alcalinos-terrosos	A. Os metais alcalinos B. Os metais alcalinos-terrosos
12. Elementos do terceiro período	A. Propriedades dos elementos do terceiro período, B. Elementos do terceiro período no meio ambiente.
13. Elementos transição do quarto período	A. Configurações eletrónicas, B. Iões complexos, C. Elementos transição do quarto período no meio ambiente
3º Trimestre	
14. Químicas de carbonos	A. Isómeros, B. Reações do composto de carbono, C. Haloalcano, D. Benzeno e seus derivados, E. Polímeros, F. Carboidrato, G. Proteína
15. Biomoléculas e metabolismo	A. Os compostos bioquímicos, B. Metabolismo

No novo currículo, a Química, juntamente com a Geologia, a Física e a Biologia fazem parte da disciplina de Ciências Físico-Naturais, lecionada no 3º ciclo do ensino básico. Pretende-se que o ensino seja centrado no aluno e com recurso a atividades práticas. A avaliação das aprendizagens dos alunos é vista como uma verificação da consecução das competências formuladas e por isso não se pode reduzir a um exame (Ministério da Educação, 2010). No atual programa do 3º ciclo do ensino básico, os conteúdos de química que se encontram explicitamente mencionados no programa são: misturas e misturas de substâncias; soluções; transformação física e química; estrutura atômica e ligação química; reações químicas e sua rapidez. Pretende-se que estes conteúdos sejam integrados em temas do mundo atual relevantes para o aluno (Ministério da Educação, 2010).

No novo currículo do ensino secundário, a Química insere-se no plano de estudos do percurso “ciência e tecnologia”. Neste percurso, além da componente geral existe a componente ciências Físico-Naturais e Matemática. É nesta componente que se inserem as disciplinas de Física, Química, Biologia, Geologia e Matemática. A carga horária para a disciplina de Química é de três tempos letivos por semana (cada tempo de 50 minutos). Esta carga horária é igual para o 10º, 11º e 12º ano. Destes três tempos letivos, dois são para utilizar na realização de atividades práticas com os alunos. Nestes tempos letivos, os alunos devem ser divididos em turnos. Sugere-se que uma das atividades a desenvolver nestes tempos seja a resolução de problemas (Ministério da Educação, 2012). Este não pode ser confundido com a resolução de exercícios a que os alunos estavam habituados no programa transitório.

Também ao contrário do currículo de ensino transitório, o ensino da Química não se foca na aprendizagem de conteúdos por si só. Estes conteúdos estão inseridos em unidades temáticas sendo abordadas duas em cada ano. No 10º ano de escolaridade as unidades temáticas escolhidas são: “os materiais resíduos e gestão de riscos” e “Alimentação, higiene e saúde”. Para o 11º ano as unidades temáticas escolhidas são “matérias-primas, recursos energéticos e consumo” e “qualidade da água, ar e solos”. No 12º ano de escolaridade as unidades temáticas a abordar são: “técnicas laboratoriais, segurança e qualidade ambiental” e “meios de diagnóstico e investigação forense”. A escolha destes temas teve em conta os Objetivos de Desenvolvimento do Milénio (Ministério da Educação, 2012)

Nesta nova reforma curricular do Ensino Secundário, a disciplina Química tem como finalidade desenvolver no aluno um conjunto de competências específicas. Estas finalidades são referidas do seguinte modo no programa (Ministério da Educação, 2012,p.7-8):

1. Caracterizar objetos de estudo de Química, enunciar e aplicar conceitos, princípios e teorias de química no âmbito da natureza da matéria e suas transformações, propriedades físicas e químicas de substâncias e aplicações correlacionadas;
2. Desenvolver raciocínio, espírito crítico e outras competências necessárias para resolver problemas, em particular as referentes a observar, inferir, classificar, prever, medir, formular e testar hipóteses, controlar variáveis, interpretar dados, planejar e executar experiências;
3. Utilizar construções teórico-conceituais apropriadas para explicar relações entre a estrutura da matéria e as suas propriedades, bem como as transformações que ocorrem em reações químicas;
4. Conhecer e identificar terminologia específica de química e utilizá-la corretamente em diversas situações: contextos escolares com conteúdos canónicos para explicar expressões científicas integradas em contextos quotidianos diversos dos de química escolar, de ora em diante designados outros quotidianos; para interpretar linguagens utilizadas nestes e relacioná-las com linguagem científica, em particular terminologia específica de química;
5. Relacionar experiências ou observações realizadas em contextos de química com situações e experiências de outros quotidianos;
6. Compreender que os processos que se desenvolveram e se desenvolvem em química tiveram, e têm, consequências positivas e negativas;
7. Obter informação proveniente de diversas fontes, utilizando também tecnologias de informação e comunicação, analisar e avaliar o seu conteúdo;
8. Desenvolver competências para organizar e realizar trabalho, individualmente e em grupo, e para comunicar ideias, oralmente e por escrito, usando linguagem adequada e terminologia científica correta;
9. Desenvolver atitudes necessárias à construção de conhecimentos no contexto da realização de atividades em química, designadamente curiosidade, perseverança e rigor;

10. Ponderar e avaliar argumentos sobre assuntos socialmente controversos que envolvam dimensões científicas e tecnológicas, em particular de química, numa perspetiva de aprendizagem ao longo da vida. Ou seja, proporcionar oportunidades de formação que ajudem os alunos a, no futuro, acompanharem desenvolvimentos científico-tecnológicos e avaliarem a sua importância numa perspetiva de DS;
11. Procurar compreender informação relativa a desenvolvimentos científico-tecnológicos e avaliar a sua importância para promover DS;
12. Numa perspetiva de DS, compreender quais os aspetos que, em situações concretas, têm de ser ponderados, ou devem ser ponderados, na tomada de decisões;
13. Pesquisar, seleccionar e utilizar informações de química (em materiais impressos e por via eletrónica) para formar opiniões pessoais fundamentadas;
14. Usar corretamente terminologia técnico-científica, símbolos e unidades;
15. Manipular reagentes com segurança e confiança, reconhecendo os perigosos e respeitando escrupulosamente normas para a sua manipulação;
16. Utilizar diversas competências manipulativas associadas à realização de atividades laboratoriais;
17. Realizar diversas atividades laboratoriais, respeitando normas de segurança e aplicando técnicas apropriadas;
18. Formular hipóteses relativas ao que prevê vir a observar em atividades laboratoriais;
19. Preparar registos de dados referentes a atividades laboratoriais, analisá-los e discuti-los com base em modelos ou quadros teóricos pertinentes;
20. Interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses previamente formuladas e/ou com outros que sirvam como referência;
21. Discutir a validade dos resultados obtidos, tendo em conta limites relativos a observadores, técnicas e instrumentos utilizados;
22. Reformular o planeamento de atividades laboratoriais e justificar as alterações propostas com base na interação entre modelos ou quadros teóricos pertinentes e resultados obtidos.

Trabalhar para estas finalidades implica ter em consideração as perspetivas atuais do ensino-aprendizagem das ciências e da Química em particular (por exemplo, as conceções

alternativas dos alunos em Química, os movimentos Ciência-Tecnologia e Sociedade, ou o trabalho prático) mas também os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (Ministério da Educação, 2012)

1.4. A importância do tema ácido-base e a sua cobertura no currículo do ensino secundário em vigor

Os alunos contactam no seu dia-a-dia com ácidos e bases. Por exemplo, quando se utiliza sucos de tamarindo como tempero para a carne grelhada, ou sucos de limão como tempero em saladas, quando se comem mangas. Os ácidos também fazem parte do sistema digestivo. Os ácidos que se costumam consumir como alimentos ou temperos no nosso dia-a-dia são ácidos fracos. Esses ácidos geralmente são ácidos acéticos (CH_3COOH), ácido cítrico (vem de frutos, tais como laranjas e limões), ácido málico (de maçãs) e ácido tartárico (de uvas). Existem também os ácidos que não podem ser consumidos pelos seres humanos. Estes são ácidos fortes que costumam ser encontrados na Indústria e no Laboratório. São exemplos destes ácidos: ácido sulfúrico (H_2SO_4), ácido clorídrico (HCl) e ácido nítrico (HNO_3).

Quando se utilizar o sabão para tomar banho, pasta dente para escovar os dentes, shampoo para lavar os cabelos, a lixívia para limpar o chão, os detergentes para lavar a roupa significa que se está a utilizar uma base. Exemplos de bases que se encontram na indústria e no laboratório são o hidróxido de sódio (NaOH), hidróxido de potássio (KOH), hidróxido de amónio (NH_4OH), hidróxido de magnésio (MgOH) e hidróxido de alumínio ($\text{Al}(\text{OH})_3$).

Os ácidos e as bases são conceitos importantes e fundamentais na aprendizagem da química. Segundo Oversby (2000) estes conceitos devem começar a ser ensinados no ensino básico e aprofundados no ensino secundário. Para alunos do ensino secundário que pretendam seguir uma profissão ligada com uma área da química o tema ácido base é fundamental. Por exemplo em bioquímica (por exemplo, a atividade enzimática requer condições específicas de acidez do meio); ou em agricultura. Também a compreensão do tema ácido-base permite aos alunos compreenderem problemas ambientais tais como o problema das chuvas ácidas.

No currículo transitório (2000) do ensino secundário Timorense, ainda em vigor, os conceitos ácidos e bases normalmente ensinam-se no 11º ano na escola secundária e no segundo trimestre. As teorias de ácido e base ensinadas são a teoria Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis. Além dessas três teorias, também existe um sub-tópico que se centra nas

características dos ácidos e das bases e dão-se exemplos de ácidos e bases na indústria, no laboratório e no quotidiano. Além disso, dá-se o conceito de pH. (Ministério da Educação, 2003).

No mesmo currículo transitório (2000) do ensino secundário também se refere à metodologia que se utiliza para lecionar o tema ácido e base. Sugere-se que as teorias de Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis sejam discutidas pelos alunos em grupos na sala de aula. Para estudar as características dos ácidos, bases e o conteúdo pH é sugerido a realização de atividades no laboratório de Química. Sugere-se que o professor de Química elabore um guião da atividade para os alunos usarem no laboratório. Sugere-se também o uso de vários indicadores tanto químicos como naturais. Relativamente aos indicadores naturais, sugere-se que os alunos levarem para a aula pétalas de flores de diferentes cores, e as utilizem como indicadores de ácido e de base. Além disso, sugere-se que os alunos resolvam exercícios para calcular o valor de pH a partir da concentração de soluções ácidas e básicas (Ministério da Educação, 2003).

Por em prática algumas destas sugestões é difícil pois a realidade de Timor mostra que quase todas as escolas secundárias públicas em Timor-Leste não têm tido edifícios de laboratório, equipamentos e reagentes que possam ser utilizados para as atividades laboratoriais. Isto faz com que os alunos tenham poucas possibilidades para fazerem as práticas laboratoriais. Mesmo assim em algumas escolas secundárias públicas a criatividade dos professores de ciências naturais permite-lhes utilizarem a sala de aula como um recurso para fazer atividades simples. A falta de laboratório, equipamentos e o número elevado de estudantes numa sala de aula, obriga o professor a utilizar atividades de demonstração (Soares, 2011). Contudo, algumas escolas secundárias privadas têm os seus próprios edifícios de Laboratório, equipamentos e reagentes que os estudantes poderiam utilizar.

1.5. Questões de investigação

Este estudo tem como objetivo responder às seguintes questões:

- Que ideias possuem os alunos Timorenses do 12º ano da área de Ciências Naturais sobre o tema ácido-base?
- Qual o desempenho dos alunos Timorenses do 12º ano, que frequentam as escolas secundárias públicas em relação aos alunos Timorenses que frequentam as escolas privadas, no tema ácido e de base?

1.6. Importância do estudo

Este estudo, ao averiguar as concepções dos alunos de 12º ano de escolas secundárias públicas e de escolas privadas acerca de ácidos e bases, pretende contribuir para melhorar o ensino e a aprendizagem da Química pois facultará informações sobre as dificuldades dos alunos, as quais os professores depois poderão colmatar. Além disso, permitirá aos professores tomarem consciência da pouca eficácia que um ensino tradicional baseado em conteúdos apresenta na compreensão dos temas. Esta tomada de consciência constitui o primeiro passo para a mudança.

Para além disso, existem indicações de que no novo currículo os professores devem ter em atenção as ideias dos alunos. Tanto quanto se sabe, não existem estudos que relatem as ideias dos alunos Timorenses no tema ácido-base.

Um outro aspeto importante deste estudo relaciona-se com as implicações e cuidados a ter na implementação do novo programa de Química para o ensino secundário, no que diz respeito à secção ácido-base.

1.7. Limitações do estudo

Em termos de limitações do estudo, pode-se referir a amostra. Por questões logísticas e financeiras foi necessário limitar o número de alunos a participar neste estudo. Assim, a generalização dos resultados à população fica limitada.

Uma outra limitação tem a ver com o instrumento de recolha de dados. O uso apenas do questionário impediu que se esclarecessem algumas respostas a quando da análise de resultados.

1.8. Estrutura geral da dissertação

Este trabalho está organizado em cinco capítulos como estruturando a seguinte:

No primeiro capítulo “Contextualização do estudo” faz-se uma breve contextualização do sistema educativo em Timor-Leste após a independência, menciona-se a química no currículo do ensino transitório e no novo currículo de Timor-Leste, e refere-se a importância do tema de ácido-base e a sua cobertura no currículo do ensino secundário em vigor. Neste capítulo também se apresentam as questões de investigação, menciona-se a importância do estudo e as suas limitações e apresenta-se a estrutura geral da dissertação.

No segundo capítulo “Revisão da literatura” efetua-se uma revisão de literatura do tema da investigação. Este capítulo divide-se nos seguintes subcapítulos: “introdução”, “conceções alternativas e o ensino-aprendizagem das ciências”, “alguns estudos sobre conceções alternativas dos alunos do ensino secundário no tema ácido base”, “algumas razões para as dificuldades dos alunos do ensino secundário no tema ácido-base” e o “ensino química em Timor-Leste”.

No terceiro capítulo “Metodologia” explica-se a metodologia utilizada nesta investigação. Este capítulo é constituído pelas seguintes secções “introdução”, “síntese do estudo”, “população e amostra”, “técnica e instrumentos de recolha de dados”, “validação de questionário” e “recolha de dados e tratamento de dados”.

O quarto capítulo “Apresentação e discussão de resultados” têm com objetivo apresentar e discutir os resultados da investigação. Além da introdução, analisam-se as ideias dos alunos no tema ácido-base. Sobre este assunto, analisam-se as ideias dos alunos sobre o conceito de ácido; os exemplos, dados pelos alunos, sobre ácidos presentes no dia-a-dia; as propriedades que os alunos atribuem aos ácidos; as diferenças que os alunos indicam entre um ácido forte e um ácido fraco; o entendimento dos alunos sobre a representação corpuscular de uma solução aquosa de um ácido fraco; o entendimento sobre o conceito de pH; as ideias sobre o conceito de base, os exemplos, dados pelos alunos, sobre bases que se encontram no dia-a-dia; as características que os alunos atribuem às bases; o entendimento dos alunos sobre a representação corpuscular de uma base forte; a capacidade de os alunos identificar a ocorrência da reação de ácido-base; a capacidade de os alunos identificarem pares ácido-base

e as ideias dos alunos sobre uma reação de neutralização. Neste capítulo é efetuada também a análise dos resultados.

O quinto capítulo “Conclusões, implicações e sugestões” tem com objetivo apresentar as conclusões desta investigação e analisar também as implicações dos resultados deste estudo no ensino e aprendizagem no tema ácido-base. No fim, são feitas algumas sugestões para a melhoria do ensino da química para o ensino secundário Timorenses e apresentam-se sugestões para futuras investigações.

Capítulo II

REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Introdução

Neste capítulo é feita a revisão de literatura considerada relevante para o estudo. Em primeiro faz-se uma introdução ao capítulo (2.1), de seguida faz-se uma revisão de literatura sobre as concepções alternativas e o ensino aprendizagem das ciências (2.2), são também revistos alguns estudos sobre concepções alternativas de alunos no tema ácido base (2.3), de seguida apresentam-se algumas razões para as dificuldades dos alunos do ensino secundário no tema ácido-base (2.4) e, posteriormente, revêm-se os estudos encontrados sobre o ensino da química em Timor-Leste (2.5)

2.2. Concepções alternativas e o ensino-aprendizagem das ciências

No contexto da educação em ciências, as concepções alternativas são visões pessoais que os alunos constroem sobre assuntos de ciência e que diferem das ideias científicas que se pretendem ensinar. Estas ideias podem existir antes da aprendizagem dos assuntos e podem ser modificadas de modo imprevisto pelo ensino dos temas (Santos, 1998).

As concepções alternativas surgem da necessidade dos alunos em dar significado aos acontecimentos que encontra no seu dia-a-dia, da interação social com os colegas, com os seus familiares, com os meios de comunicação social, de raciocínios analógicos, ou influenciadas pelo meio cultural em que os alunos se inserem (Miras, 2001)

Alunos de diferentes idades, sexo e provenientes de diferentes culturas e meios tem concepções alternativas semelhantes e muitas delas apresentam características comuns. Santos (1998) sistematizou algumas características comuns das concepções alternativas. As concepções alternativas: a) são pessoais, pois cada indivíduo interpreta as experiências à sua volta de acordo com as suas estruturas cognitivas; b) são estruturadas - inicialmente as concepções alternativas são mais ou menos isoladas e simples mas à medida que os alunos vão tendo contacto com novas experiências, as concepções alternativas organizam-se numa estrutura cada vez mais geral e complexa; c) possuem uma certa coerência interna na medida em que são úteis para os alunos; d) são pouco coerentes - quando analisadas do ponto de vista científico

são poucos coerentes. Tal deve-se ao facto de acontecimentos que têm subjacentes a mesma explicação científica são explicados de modo diferente pelos alunos sem que estes se percebam da existência de tais incoerências; e) são semelhantes a ideias aceites outrora pela ciência e que foram abandonadas ou muito modificadas; f) são resistentes à mudança pois as interpretações que o aluno constrói organizam-se numa estrutura complexa e geral. Colocar em causa algumas concepções alternativas poderia contribuir para abalar esta estrutura a qual se tem revelado útil ao aluno; e g) perduram para além do ensino - por vezes, alguns meses após o ensino, reaparecem depois de os alunos terem mostrado que as tinham ultrapassado (Santos, 1998).

As concepções alternativas devem ser tidas em conta no ensino das ciências. Ignorá-las poderá conduzir a um reforço dessas concepções e/ou à formação de novas concepções alternativas. Durante muitos anos, as concepções alternativas foram vistas como ideias erradas que facilmente se podiam corrigir. Neste contexto, a transmissão de conhecimentos pelo professor era considerado suficiente para que os alunos substituíssem as ideias iniciais por ideias cientificamente aceites (Santos, 1998). Nesta perspectiva de ensino por transmissão-receção o aluno é visto como uma mente em branco que acumula de modo linear, absoluto os conhecimentos que lhe são comunicados. No final do ensino, o aluno seria capaz de reproduzir as informações comunicadas pelo professor desde que tivesse estado com atenção, se tivesse uma boa capacidade intelectual e se esforçasse (Cachapuz *et al.* 2001). No entanto, a investigação na educação em ciências, tem vindo a mostrar que as concepções alternativas estão muito enraizadas, organizadas em estruturas, associadas ao uso de uma metodologia de superficialidade pelos alunos que se baseia no uso de evidências do senso-comum, e são difíceis, ou mesmo impossíveis de alterar, pela simples exposição de conceitos por parte do professor (Perez e Carrascosa, 1985; Santos, 1998).

As concepções alternativas precisam de ser cuidadosamente incluídas no processo de ensino-aprendizagem. Estas podem constituir obstáculos à aprendizagem mas também podem ser vistas como desafios (Santos, 1998). Aprender implica que os alunos estejam ativamente envolvido no processo de construção do conhecimento. Este processo de aprendizagem é demorado, é afetado por fatores internos e externos ao aprendiz e implica a reconstrução progressiva das suas ideias (Hodson e Hodson, 1998). Nesta perspectiva construtivista de ensino-aprendizagem, o professor deve atuar de modo a criar uma ligação entre as concepções

alternativas e as ideias cientificamente aceites. Para que tal seja possível, no processo de ensino aprendizagem deve dar possibilidade aos alunos de expressarem as suas conceções alternativas durante as aulas; de compreenderem as inconsistências das suas conceções quando comparadas com o conhecimento científico. Para que os alunos sintam necessidade de alterar as suas conceções alternativas é necessário que se sintam insatisfeitos com elas, e que a nova conceção seja plausível, inteligível e útil (Barke *et al.*, 2012; Posner, 1982).

A reestruturação das ideias prévias dos alunos na sala de aula pode ser mais ou menos difícil dependendo da sua compatibilidade ou incompatibilidade das estruturas cognitivas dos alunos com as ideias científicas a aprender (Barke *et al.*, 2012). Barke *et al* (2002) considera que existem duas formas de incluir as conceções alternativas no ensino aprendizagem. Em traços gerais são: a) partir das conceções alternativas, discuti-las e a partir daí apresentar a explicação científica. Por exemplo, as atividades laboratoriais do tipo “Prevê-Observa-Explica-Reflete” (Leite, 2000) são consistentes com esta abordagem ou b) Introduzir as explicações científicas, como mais uma explicação, e a partir daí os alunos comparam essa explicação com as deles e com outras apresentadas na literatura. Por exemplo, no tema ácido base, Barke *et al.* (citado em Barke *et al*, 2002) implementou uma estratégia de ensino bem-sucedida com alunos de 14-16 anos. Nesta estratégia, o professor introduziu a reação de neutralização entre o ácido clorídrico e o hidróxido de sódio, escrevendo a equação iónica $H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)}$. A ideia de que o cloreto de sódio é um produto da reação, ideia presente em muitos alunos, foi discutida com os alunos o que os levou a concluir que Na^+ e Cl^- não participam na reação mas são apenas iões espetadores.

Esta perspetiva de ensino, focada na reestruturação das conceções alternativas valoriza a aprendizagem de conteúdos e valoriza pouco as atitudes e valores e, por isso, tem sido criticada (Cachapuz *et al.*, 2002). Cachapuz *et al.* (2002) refere a necessidade de um ensino por pesquisa. Num ensino por pesquisa, parte-se de contextos problemáticos de modo a que o aluno possa não só refletir acerca das suas conceções alternativas mas também refletir acerca da ciência e da tecnologia e das suas implicações e interações com o dia-a-dia e com a sociedade (Cachapuz *et al.*, 2002).

Esta ideia de que a aprendizagem da ciência, e da química em particular, não se pode focar apenas na reestruturação do conteúdo conceptual é também mencionada por Barke *et al.* (2012). Barke *et al.* (2012) considera que vários aspetos condicionam o ensino aprendizagem

da química (Figura 1). Na Figura 1, o aluno e as ideias que leva para a sala de aula ocupam a posição central, o processo de ensino é determinante para que este consiga (re)construir as suas ideias de modo a torna-las mais próximas das ideias científicas. A (re)construção das ideias dos alunos pode ser levada a cabo pelo uso de muitos recursos, um deles o trabalho laboratorial. As ideias científicas são apresentadas numa terminologia científica que muitas vezes entra em conflito com o vocabulário que o aluno possui no seu dia-a-dia (por exemplo a ideia de neutralização) e, por isso, o professor deve ter cuidado quando insere o vocabulário científico na sua sala de aula. A agenda do professor e as perspectivas de ensino aprendizagem que defende, vão condicionar o processo de ensino. A motivação dos alunos e os assuntos que aparecem nos meios condicionam a aprendizagem do aluno. O ensino-aprendizagem deve contemplar assuntos que interessam ao aluno, por exemplo relacionados com a química do dia-a-dia.

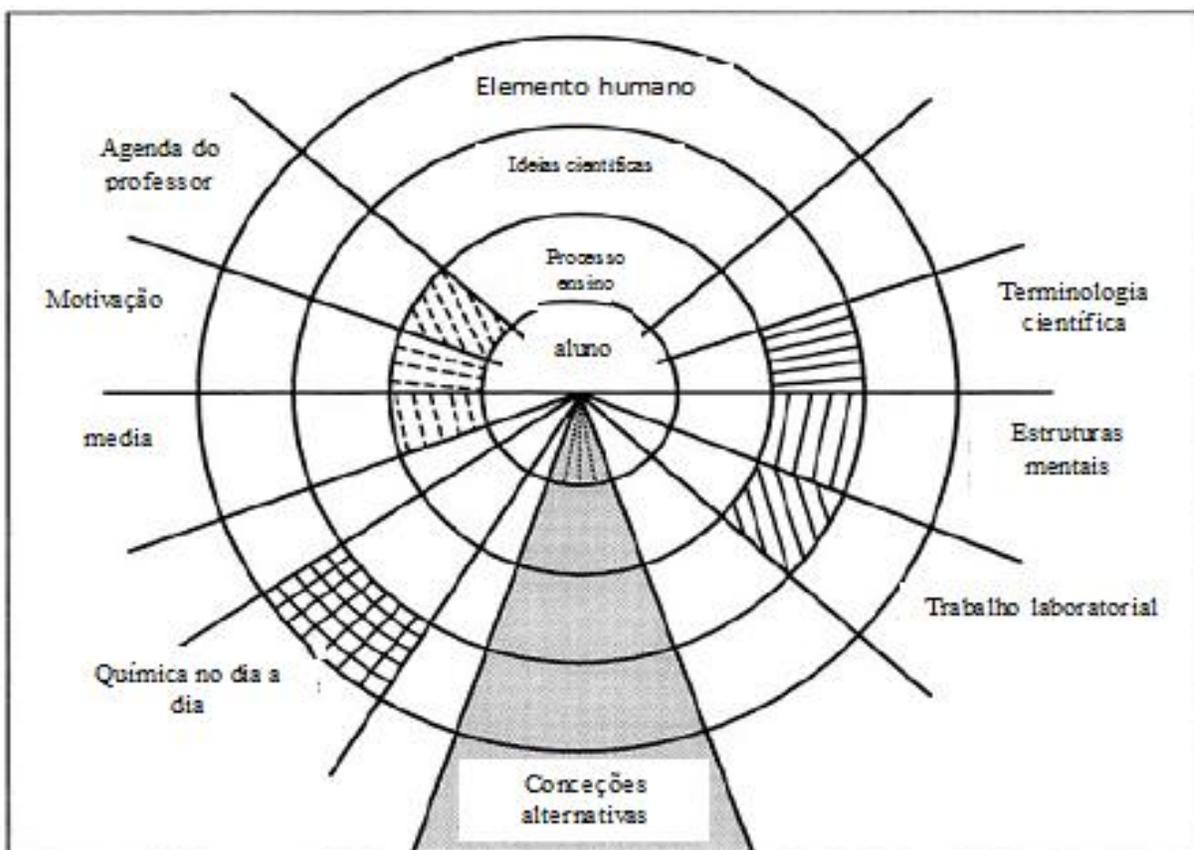


Figura 1: Vários aspetos a considerar no ensino-aprendizagem da Química

2.3. Alguns estudos sobre concepções alternativas dos alunos do ensino secundário no tema ácido base

A identificação das concepções alternativas de alunos do ensino secundário no tema ácido-base tem merecido a atenção de vários investigadores.

Hand e Treagust (1989) fizeram um estudo sobre o conceito de ácido e base com alunos Australianos a frequentar o 10º ano. Os dados recolhidos, através de entrevistas individuais, revelaram que, para os alunos, um ácido é algo que “come” os metais ou que pode “queimar” os seres humanos; uma neutralização “parte” o ácido em pedaços; um ácido forte destrói os materiais mais rapidamente do que o ácido fraco; e uma base é algo que existe na composição dos ácidos. Para os autores, muitas destas ideias parecem estar relacionadas com as práticas laboratoriais realizadas nas aulas, nas quais os alunos observaram reações entre um ácido forte e um metal ou observam reações nas quais participam ácidos fortes.

Ross e Munby (1991) realizaram um estudo com 34 alunos, a frequentar o nível 11, no tema de ácido e de base. A partir de mapas de conceitos, construídos pelos alunos, entrevistas e questionários, os autores concluíram que os ácidos são descritos como tendo um sabor amargo e picante, como tendo um odor penetrante, como sendo perigosos (são corrosivos, venenosos ou queimam), ou como contendo iões hidrogénio. O pH é definido como o grau de acidez de uma substância e quando um ácido reage com o magnésio metálico, há uma maior formação de hidrogénio quando o ácido é forte e não fraco.

Nakhleh e Krajcik (1994) num estudo com alunos do ensino secundário americanos constataram que alguns alunos tinham as seguintes concepções alternativas: o valor de pH está inversamente relacionado com o nível de perigo, logo as bases não são perigosas; os ácidos e as bases têm as suas cores próprias ou intensidades de cor (bases são azuis, ácidos são cor de rosa); os ácidos derretem os metais; os ácidos são fortes e as bases não são fortes.

Vidyapati e Seetharamappa (1995) fizeram um estudo com 75 alunos de cinco escolas secundárias de diferentes regiões da Índia. Os dados recolhidos a partir de questionários e entrevistas procuraram identificar se os alunos entendiam os modelos de ácido e base segundo Arrhenius, Bronsted e Lowry, e Lewis. Os autores concluíram que muitos alunos apresentavam dificuldades em definir ácido e base de acordo com aqueles modelos mas foram capazes de dar exemplos de ácidos e bases em cada um dos modelos.

Martins (2000) realizou um estudo sobre o tema ácido e base. O estudo tinha como objetivo analisar a eficácia de uma estratégia de ensino de cariz construtivista (aplicada a um total de 59 alunos) quando comparada com uma estratégia de ensino tradicional (aplicada a um total de 29 alunos). Os dados foram recolhidos por intermédio de um questionário de conhecimentos conceptuais aplicado antes e após o ensino do tema. Na situação antes do ensino, os alunos revelam as seguintes concepções alternativas relativamente aos ácidos: são corrosivos, tóxicos e perigosos; contém iões H^+ ; libertam gases. Relativamente às bases os alunos consideram que: são menos perigosas que os ácidos; tem pH menor que sete; possuem átomos de oxigénio e hidrogénio. As concepções prévias sobre a força de ácido e base encontradas foram: força de um ácido relaciona-se com a sua concentração; força de um ácido relaciona-se com o seu pH. No que diz respeito às reações de neutralização, os alunos consideram que a solução final tem carácter neutro e que o pH final é a média do pH da base e do ácido. Depois do ensino, os alunos submetidos a um ensino construtivista apresentam um melhor desempenho no questionário do que os alunos submetidos a um ensino tradicional. Mesmo assim, continuam a existir algumas concepções prévias tais como os ácidos têm sabor amargo ou azedo, sendo corrosivos e tóxicos; as bases são corrosivas quando concentradas, escorregadias e viscosas. Relacionado com a força do ácido, os alunos também continuam a dar respostas como no pré-teste, tais como o ácido é muito forte quando mais concentrado, o ácido forte é o mais corrosivo ou perigoso.

Gouveia e Valadares (2004) realizaram um estudo no ambiente construtivista e tradicional com 52 alunos de duas turmas do 10º ano de escolaridade sobre o tema ácido-base. Este estudo tinha como objetivo comparar a eficácia da aprendizagem do tema ácido-base em ambiente construtivista e tradicional. Os dados recolhidos por intermédio de questionários antes e após o ensino permitiu constatar que antes do ensino os alunos consideram que os ácidos são substâncias corrosivas; as bases anulam este efeito corrosivo; o pH traduz a força relativa dos ácidos e das bases. Após o ensino, os resultados indicaram que o modelo aprendizagem construtivista foi mais eficaz que o modelo tradicional.

Sheppard (2006) num estudo com 16 alunos Americanos do ensino secundário, com idades entre os 16 e 17 anos, analisaram as suas ideias sobre titulação. Os dados, obtidos por entrevista e por tarefas em computador, permitiram concluir que os alunos possuem concepções alternativas: o pH só se aplica aos ácidos; o pH mede a força de um ácido; pH traduz a

concentração da substância; pH é uma escala linear; todos os indicadores mudam de cor para pH igual a sete; neutralização ocorre quando a quantidade de ácido é igual à da base; uma neutralização é a mistura de uma base com um ácido.

Furió-Más *et al* (2007) fez um estudo com os alunos finalistas do ensino secundário (17 e 18 anos). O estudo tinha como objetivo de analisar as dificuldades dos estudantes sobre o comportamento macroscópico e corpuscular dos ácidos e bases. Os autores concluíram que os alunos possuem dificuldades em distinguir iões de átomos e de moléculas e por isso apresentam dificuldades em compreender o comportamento dos ácidos e das bases (por exemplo a condutividade elétrica ou a dissociação das substâncias).

Quertatani *et al* (2007) efetuaram um estudo com alunos Tunisinos do ensino secundário para analisar como evoluíam as explicações dos alunos sobre ácido e base. Diagnosticaram as conceções de 75 alunos a frequentar o nível 10, após estes terem estudado o modelo de Arrhenius nas aulas. Diagnosticaram, também, as conceções de 40 alunos a frequentarem o nível 11 e que já tinham estudado o tema ácido base. As principais conclusões do estudo foram: o conhecimento é transitório porque quando os conceitos já não são objeto de estudo são facilmente esquecidos; os conceitos de base e ácido são independentes; a força do ácido ou base é associada à concentração do ácido ou da base; um ácido é um dador de iões H^+ e uma base contém o grupo OH^- ; há uma maior familiaridade com os ácidos do que com as bases.

Artdej *et al* (2010) num estudo com 55 alunos Tailandeses, a frequentar o nível 11 do ensino secundário, diagnosticou os conhecimentos desses alunos acerca do tema ácido-base a partir de um teste de escolha múltipla. Os autores constataram que estes alunos têm dificuldades com os assuntos: eletrólito e não eletrólito, pares ácido-base conjugado, dissociação de ácido fraco e base fraca; distinguir a teoria de Bronsted-Lowry da de Lewis. Algumas conceções encontradas foram: o ácido forte produz mais bolhas do que ácido fraco quando em contacto com um metal; força de um ácido está relacionada com a sua concentração; todas as bases são corrosivas; um ácido forte não se dissocia porque as suas ligações de hidrogénio intra moleculares são fortes.

Cokelez (2010) comparou as ideias sobre reações ácido-base de alunos Franceses e Turcos que frequentavam o ensino secundário nos níveis 11 e 12. Os resultados mostram que existem diferenças entre o desempenho dos alunos Turcos e Franceses. Ambos os alunos consideram

que quando um ácido e uma base são postos em contacto ocorre uma reação. Algumas concepções alternativas encontradas foram para os alunos Franceses: ácido e bases são identificados pela presença de H ou OH na fórmula; numa solução neutra não há iões OH^- nem H_3O^+ ; no ponto de equivalência existe tanto ácido como base e a solução é neutra. Algumas concepções alternativas encontradas para os alunos Turcos: uma neutralização ocorre quando se adiciona qualquer quantidade de um ácido a qualquer quantidade de uma base; a reação de neutralização conduz a um pH da solução igual a sete.

Algumas concepções alternativas no tema ácido base dos alunos do ensino secundário parecem ser semelhantes às concepções alternativas que os alunos possuíam antes do ensino do tema e identificadas em alguns estudos. Por exemplo, Toplis (1998) realizou um estudo envolver 17 alunos, de idade 12-13 anos, sobre o tema ácido e base. Ao analisar as ideias prévias dos alunos por intermédio de um questionário, o autor concluiu que os ácidos são perigosos corrosivos, tóxicos e queimam são amargos. Exemplos de ácidos são os alimentos e de bases o sabão. Também Erduran (2003) realizou um estudo que envolver 280 alunos Americanos do ensino médio que visava analisar o desencontro de conhecimento dos alunos e o dos professores relativamente ao tema de ácido e base. Os dados foram recolhidos por meio de questionários e estes resultados mostravam que, o conhecimento do aluno baseia se na experiencia direta no contacto com o ácido e base nos seus experimentos laboratoriais, assim também vem de influências de ácido e base na sua vida quotidiana.

Por outro lado, o ensino do tema ácido base contribuiu para a formação de novas concepções alternativas. Estas concepções parecem ser resistentes à mudança pois continuam a existir mesmo depois de os alunos terminarem o ensino secundário. Estas concepções alternativas foram encontradas em alunos a frequentar os primeiros anos do ensino Universitário. Um exemplo é o estudo de Cross *et al* (1986) que envolveu 440 estudantes do 1º ano da universidade. Os dados recolhidos através de entrevistas semi estruturadas e por aplicação de um questionário mostraram que os alunos usam definições descritivas para os ácidos e para as bases (tais como os ácidos têm pH menor que sete e as bases têm pH maior que sete). Mais de metade dos alunos definiram os ácidos e bases segundo a teoria de Arrhenius. Os alunos têm mais facilidade em indicar nomes de ácidos do que de bases.

Os exemplos de ácidos mais referidos foram o clorídrico, o sulfúrico, o acético e o nítrico. As bases mais referidas pelos alunos foram o hidróxido de sódio, a amoníaco, e o hidróxido de potássio. Relativamente ao pH, alguns estudantes definiram como uma medida do grau acidez.

2.4. Algumas razões para as dificuldades dos alunos do ensino secundário no tema ácido-base

Alguns autores têm apontado algumas razões para a existência das concepções alternativas dos alunos no tema ácido base.

Driver *et al* (citada por Martins, 2000) fez uma revisão de literatura sobre as dificuldades os alunos no tema ácido base. Os autores concluíram que as concepções alternativas dos alunos parecem estar relacionadas com as suas experiências sensoriais, quando provam limão ou sabor do leite azedo; com histórias de crime, que utilizam banhos de ácidos; ou de notícias sobre chuvas ácidas. As ideias dos alunos sobre o tema base são mais escassas nos alunos. No dia-a-dia fala-se menos em bases.

Hand e Treagust (1989) referem que algumas das ideias identificadas (por exemplo, o ácido come o metal) parecem estar relacionadas com as práticas laboratoriais realizadas nas aulas. Nas aulas os alunos observaram reações entre um ácido forte e um metal ou observam reações nas quais participam ácidos fortes. Também Erduran (2003) constatou que as ideias dos alunos sobre ácidos e bases são influenciadas pelo contacto com ácidos e bases durante as experiências laboratoriais, e também pelos ácidos e bases que encontram nas suas vidas quotidianas.

Sheppard (1997) considera que as dificuldades dos alunos com o tema ácido e base ocorrem porque os alunos não dominam outros assuntos da química. Estes assuntos são a natureza da matéria, concentração, soluções, equilíbrio químico, reações químicas, estequiometria. O autor também refere que os termos de química associados ao tema ácido base são semelhantes aos usados no dia-a-dia mas com significados diferentes, por exemplo neutralização. Sheppard (1997), ao rever vários estudos sobre o modo como os manuais escolares abordam o tema ácido base, conclui que os manuais escolares não selecionam alguns exemplares de fenómenos ácido-base mas apresentam uma grande diversidade tornando o texto muito denso. A forma como os manuais escolares desenvolvem o tema ácido base também contribui para reforçar ou gerar concepções alternativas nos alunos. Geralmente,

começa-se pelas propriedades e definições operacionais de ácido e base, de seguida apresentam-se as definições conceptuais, força de um ácido e de uma base, pH, neutralização, titulação, indicadores, equilíbrio ácido base e um número elevado de exercícios. Nesta abordagem usa-se terminologia complicada e muitas vezes em conflito.

McClary e Bretz (2012) consideram que a compreensão dos conceitos de ácido e base pressupõe que os alunos compreendam as propriedades macroscópicas dos ácidos e das bases e que as relacionem com o comportamento corpuscular das partículas. No entanto, no ensino do tema ácido base, estes aspetos raramente são discutidos. As aulas centram-se na aplicação de fórmulas para calcular o pH, o pKa. Também pouco tempo é dedicado à compreensão e limitação dos modelos de Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis e aos fatores que afetam a força de um ácido. Para além disso, os alunos que não compreendem os conceitos de força de um ácido ou de uma base parecem ter dificuldades em compreender os mecanismos de reação.

Barke *et al* (2012) considera que a dificuldade dos alunos compreenderem os fenómenos a nível macroscópico, interpretarem os fenómenos a nível corpusculares e representarem-nos simbolicamente está relacionada com as dificuldades em compreenderem o tema ácido-base.

Os manuais escolares também contribuem para as conceções alternativas dos alunos no tema ácido base. Drechsler e Schmidt (2005) analisaram manuais escolares suecos e entrevistaram professores de química suecos usando uma entrevista semi estruturada. O estudo procurava compreender, entre outros aspetos, o modo como o tema ácido base era abordado nos manuais escolares pelos professores. Os resultados obtidos indicam que os professores dão grande importância aos manuais escolares quando preparam as suas aulas. Os professores abordam o tema ácido e base na aula de acordo com o que é apresentado no manual escolar. Assim em alguns manuais escolares, e conseqüentemente nas aulas, os ácidos e as bases são apresentadas como substâncias, são listadas as suas propriedades e depois são introduzidos os modelos conceptuais. Nas reações de neutralização é mencionado que se forma um sal. A distinção e a necessidade de novos modelos não é explicada e o uso de diferentes modelos em diferentes partes do texto não é explicitamente apresentada

Furió-Mas *et al* (2005) entrevistou 12 professores de Química, usando uma entrevista semi estruturada, e analisou 37 livros de química, secção referente ao tema ácido base, do ensino secundário. Os resultados obtidos mostram que os manuais escolares se focam nos conteúdos e não apresentando o modo como a ciência se constrói. Muitas vezes a necessidade de aplicar diferentes modelos conceptuais para os ácidos e as bases não é acompanhada de descrições macroscópicas dos comportamentos de ácidos e bases. O tema ácido-base é apresentado numa sequência não problemática. Isto é, o conhecimento apresentado de ácidos e de bases num dado modelo (por exemplo, no modelo de Arrhenius) parece ser adicionado ao conhecimento relativo ao modelo de Bronsted sem ter em conta que os conceitos de ácido e base mudaram.

2.5.Os estudos sobre o ensino da Química em Timor Leste

O modo como o professor ensina o tema ácido base e os recursos que utiliza poderão ter influência na indução ou não de conceções alternativas nos alunos. Foi encontrado um estudo sobre o ensino da química em Timor-Leste, levado a cabo por Aguilar (2011).

Aguilar (2011) fez um estudo que envolveu 17 professores de Química e 464 alunos de escolas secundárias Timorenses a frequentar o 10º, 11º e 12º ano. Os alunos eram provenientes de três escolas públicas e três escolas privadas. As escolas situavam-se em meios rurais e urbanas. O estudo teve com objetivo caracterizar o ensino da química em Timor-Leste e, em particular, as representações dos alunos em relação ao ensino e aprendizagem da Química. Os dados foram recolhidos através de um questionário indica que os professores que lecionavam Química, não eram na sua maioria licenciados em Química. Estes professores, com um tempo de serviço que variava entre os de dois a nove anos, raramente realizaram trabalho laboratorial. A maioria dos professores é licenciada por universidades Indonésias. Nenhum destes professores dominava a língua Portuguesa. A língua de instrução utilizada são Bahasa-Indonésia e Tétum.

Em relação aos alunos, os dados indicam que os alunos mais novos frequentam as escolas privadas e não as escolas públicas. Os alunos do meio rural iniciam os seus estudos mais tarde do que os alunos do meio urbano. Os alunos das escolas públicas parecem apreciar mais a disciplina de Ciências Naturais e Matemática do que os alunos das escolas privadas. No que se refere à Química constatou-se que os alunos da escola pública que gostam

de Química são ligeiramente inferior (82,7%) aos alunos da escola privada (93,8%). As razões apresentadas pelos alunos para gostarem de química foram as seguintes: entendimento do conteúdo de química; existência de aulas laboratoriais; disciplina fácil de estudar; o professor de Química explica bem e faz com que os alunos compreendam depressa. As razões apresentadas pelos alunos para não gostarem de Química foram as seguintes: excesso de conteúdos, falta de aulas de laboratório, dificuldades de compreensão dos conteúdos, falta de clareza nas explicações do professor.

O principal recurso usado nas aulas de Química em Timor-Leste é os manuais escolares. Estes são os guias orientadores do que é ensinado aos alunos. Como medida transitória os manuais escolares usados são provenientes da Indonésia, com exceção dos manuais escolares para as aulas de português e religião. Os livros vieram da Indonésia e foram selecionados por equipas de educadores Timorenses coordenados pela UNTAET e pela CNRT. Foram efetuadas algumas alterações em especial no prefácio e na capa (Aguilar, 2011).

Capítulo III

METODOLOGIA

3.1. Introdução

Neste capítulo apresenta-se a metodologia utilizada nesta investigação. Incluindo neste capítulo a introdução (3.1), a síntese do estudo (3.2), a população e amostra (3.3), a técnica e instrumento de recolha de dados (3.4), a recolha de dados (3.5) e de tratamento de dados (3.6).

3.2. Síntese do estudo

Nesta investigação envolvem-se alunos do 12º ano escolas secundárias Timorenses, quer de escolas privadas quer de escolas públicas. A amostra é formada por um total de 120 alunos (60 alunos de escolas públicas e 60 alunos de escolas privadas). Os alunos, de escolas públicas e privadas, que participaram neste estudo foram selecionados aleatoriamente e pertencem a escolas localizadas em três regiões de Timor-Leste. O número total de escolas envolvidas é de 20 (10 escolas públicas e 10 escolas privadas). Os dados foram recolhidos através de um questionário preenchido em condições de exame. Os dados recolhidos foram tratados, de modo a identificar e a comparar as concepções que têm os alunos do 12º ano, das escolas secundárias públicas e privadas, da área da Ciências da Natureza, em Timor Leste.

3.3 População e amostra

A população deste estudo é constituída por todos os alunos do 12º ano das escolas secundárias Timorenses que escolheram a área de Ciências Naturais. Esta área é uma das áreas que os alunos poderiam seguir no currículo transitório de Timor-Leste.

Dada a impossibilidade de recolher dados com todos os elementos da população, a amostra deste estudo é constituída por 120 alunos Timorenses (60 alunos de escolas secundárias públicas e 60 alunos de escolas secundárias privadas). 60 alunos são provenientes de 10 escolas secundárias públicas e os outros 60 alunos são provenientes de 10 escolas secundárias privadas. A escola pública é um tipo de escola cujo financiamento depende todo do orçamento do Governo. Quanto à escola privada, é financiada pelos alunos e também recebe um subsídio do Governo, em cada ano letivo. A maioria dos alunos participantes da

escola pública são do sexo masculino (n=38) enquanto que a maioria dos participantes da escola privada são do sexo feminino (n=36). No que se refere às idades, em ambos os grupos de alunos, as idades são inferiores a 20 anos (n=41 alunos na escola pública e n=50 alunos na escola privada). Todos os alunos que participaram neste estudo são de nacionalidade timorense.

Números oficiais indicam que em 2010 existiam 91 escolas secundárias (74 gerais e 17 técnicas). Neste estudo apenas se incluíram as escolas gerais. Destas 74 escolas secundárias gerais, 43 são públicas e 31 privadas (Gabinete do Primeiro Ministro, 2010). A impossibilidade de recolher dados em todas as escolas levou à seleção de 20 escolas. Estas foram seleccionadas em três das quatro regiões de Timor Leste - região um (leste), região dois (centro) e região autónoma (Oecussi) (ver figura 2).

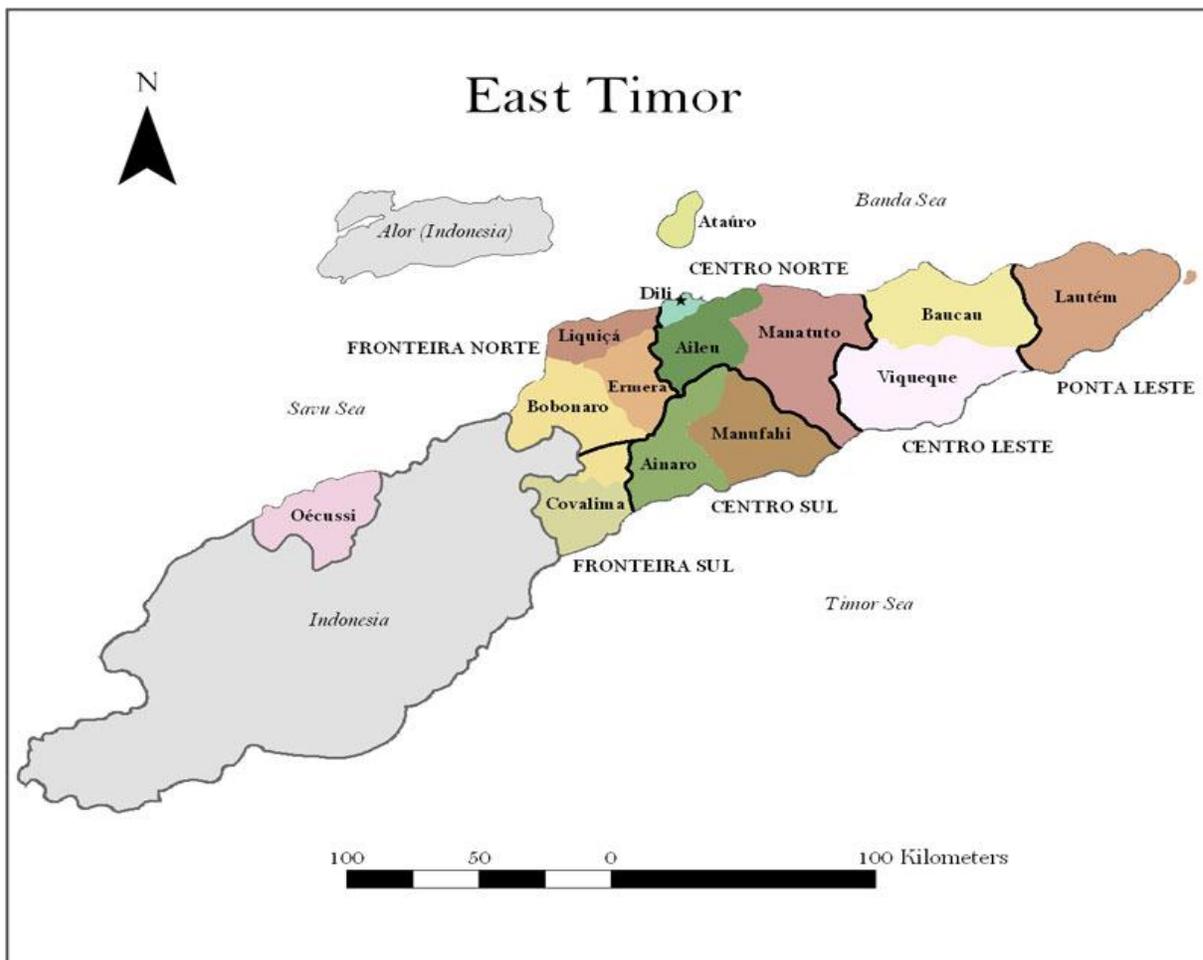


Figura 2 - Mapa das regiões e dos distritos de Timor-Leste

Como o número de escolas secundárias é menor na região um (Leste) e na região autónoma (Oecussi) e maior na região dois (centro), foram selecionadas três escolas públicas e duas escolas privadas na região um (Leste), seis escolas públicas e sete escolas privadas de região dois (Centro), e uma escola pública e uma escola privada na região autónoma.

As escolas foram selecionadas nos distritos de Aileu, Baucau, Díli, Liquiça, Manatuto e Oecussi (Figura2). Sempre que num destes distritos existia mais do que uma escola pública e/ou privada a seleção foi efetuada aleatoriamente. Tal é o caso do distrito de Díli onde há muitas escolas secundárias públicas e escolas privadas, e do distrito de Baucau onde existem três escolas secundárias públicas.

Por cada escola, foram selecionados aleatoriamente seis alunos que frequentavam a disciplina de Química. O número máximo de turmas do 12º ano que tinham Química nas escolas selecionadas foi três. Estas encontram-se nas escolas privadas em Díli. O número mínimo de turmas do 12º ano que tinham Química nas escolas selecionadas foi duas.

O nome de todos os alunos do 12º ano a frequentar a disciplina de Químicas numa dada escola foram escritos num pedaço de papel. Para tal o investigador pediu ajuda ao professor de química dos alunos. O professor de Química, escreveu à frente dos alunos os seus nomes num papel. Os papéis foram dobrados pelo professor de modo igual, colocados num recipiente e misturados. Pediu-se a ajuda de alguns alunos para retirarem um pedaço de papel e regista-se o nome do aluno selecionado. Até se obter o número de alunos desejado. Assim, nesta amostra procurou-se englobar alunos com diferente aproveitamento escolar a química, de diferentes regiões de Timor-Leste e sendo ensinados por professores com diferentes formações. Em Timor-Leste os professores que lecionam Química tem diferentes formações: formados em química, agricultura, enfermagem, ciências agrárias, pecuária, farmácia e educação (Aguilar, 2011).

Não existem garantias que a amostra seja representativa da população do estudo mas os alunos que participam neste estudo apresentam características aproximadas da população.

Escolheram-se alunos do 12º ano de escolaridade e não do 11ºano, ano em que o tema é lecionado, pois pretendia-se analisar quais os conhecimentos que os alunos possuem sobre o tema alguns meses após a sua leção, neste caso sete meses.

3.4. Técnica e Instrumento de recolha de dados

3.4.1. Técnica de recolha de dados

De modo a recolher dados para este estudo optou-se por utilizar a técnica de inquérito por questionário. Esta técnica é útil por permitir interrogar um número elevado de indivíduos ao mesmo tempo sobre um dado assunto, num curto intervalo de tempo e tem baixo custo (McMillan e Schumacher, 2001). Para além disso, esta técnica tem vindo a ser usada com sucesso para identificar as conceções alternativas dos alunos sobre ácido e base (por exemplo, Martins, 2000). No entanto, esta técnica apresenta alguns inconvenientes: os alunos podem ter dúvidas sobre as questões, as dúvidas que possam surgir na interpretação das respostas dadas pelos alunos não são esclarecidas, não garante que todos os alunos respondam às questões (McMillan e Schumacher, 2001). A realização de entrevistas a alguns alunos poderia reduzir esta limitação pois a entrevista poderia esclarecer as respostas menos claras ou aprofundar outras respostas. A realização de entrevistas não foi possível neste estudo dados as dificuldades para o investigador em se deslocar às diferentes escolas de cada distrito. Por exemplo, para se proceder à recolha de dados no distrito de Oecusse, o autor deste estudo teve que se deslocar de barco e ficar uma semana no local. No caso dos outros distritos, o autor deslocou-se de motociclo percorrendo entre 1 km e 122 km para chegar ao local.

3.4.2. Instrumento de recolha de dados

O instrumento utilizado para recolher os dados nesta investigação é o questionário. Segundo Hill e Hill (2002; 2009), um questionário pode conter perguntas abertas, perguntas fechadas, e perguntas abertas e fechadas. As perguntas abertas requerem uma resposta aberta que é construída e escrita pelo respondente. As perguntas fechadas necessitam de uma resposta fechada, neste caso o respondente tem de escolher entre respostas alternativas fornecidas pelo autor, podendo ser solicitado um pedido de justificação. Nesta investigação optou-se por um questionário que contém perguntas abertas e fechadas (Anexo 1).

Optou-se por elaborar o questionário em língua Portuguesa pois é nesta língua que o ensino é ministrado em Timor-Leste. Para além disso, os alunos da amostra tem vindo a estudar a língua Portuguesa há nove anos, com cargas horárias a variarem de seis até oito horas por semana.

As questões incluídas neste questionário foram retiradas ou adaptadas de outros questionários para identificar concepções alternativas sobre o tema ácido e base (Martins, 2000; Tavares, 2003). Outras questões (questão 7, 12, 13 e 14) foram construídas pelo autor deste estudo. No Quadro 4 apresentam-se os objetivos de cada questão.

Quadro 4 - Matriz do questionário aplicado aos alunos

Objetivo	Questão
Definir o conceito de ácido	1
Dar exemplos de ácido no dia-a-dia	2
Identificar as propriedades de ácido	3
Diferenciar entre um ácido forte e um ácido fraco	4
Definir o conceito de pH de uma solução	5
Explicar a função de um indicador ácido-base	6
Identificar em termos corpusculares o comportamento de um ácido fraco em solução aquosa	7
Calcular o valor de pH de um ácido forte e de uma base forte conhecidas as suas concentrações	8
Definir o conceito de base	9
Dar os exemplos de base no quotidiano	10
Indicar as propriedades de base	11
Identificar em termos corpusculares o comportamento de uma base forte em solução aquosa	12.1
Distinguir entre base forte e a concentração da solução	12.2
Comparar qualitativamente o pH de uma base forte com diferentes concentrações	12.3
Identificar reações de ácido-base	13
Identificar pares ácido-base conjugados	14
Identificar o pH no ponto de equivalência	15

3.4.3. Validação do questionário

Antes de implementar o questionário este foi validado por um especialista em educação em ciências, para além da orientadora, dois mestres em educação em ciências que conhecem a realidade Timorense e envolvidos na formação de professores Timorenses; e por uma professora Portuguesa que conhece a realidade Timorense. Por questões logísticas, não foi possível validar o questionário com alunos do ensino secundário Timorense a frequentar a disciplina de Química.

Com esta validação procurou-se ver se as perguntas do questionário eram adequadas ao objetivo do estudo, e ao que é ensinado sobre Química no ensino secundário Timorense.

Também se procurou analisar se o questionário tinha a extensão adequada, se as questões eram claras (McMillan e Schumacher, 2001). Deste processo de validação resultaram sugestões e fizeram-se alterações às versões iniciais do questionário. Estas alterações procuraram simplificar a linguagem, retiraram-se referências “a óculos mágicos” com vista a focar a atenção dos alunos no comportamento corpuscular. Isto efetuou-se devido às ideias dos alunos Timorenses sobre magia.

3.5. Recolha de dados

Os dados deste estudo foram recolhidos entre janeiro e fevereiro de 2012, em Timor-Leste. O autor pediu autorização ao Ministério da Educação para ter acesso às escolas a colaborar nesta investigação. Para tal, entregou em mão a documentação necessária ao pedido. Este pedido foi apoiado por alguns pareceres, entre eles da Universidade de Timor-Leste. O Ministério da Educação deu autorização e enviou um despacho para os Diretores da Educação Regional, os quais informaram as escolas. O investigador foi várias vezes ao Ministério da Educação para saber se os Diretores da Educação Regional já tinham conhecimento da autorização. Quando a resposta foi que sim, o investigador foi ter com os Diretores da Educação Regional para selecionarem as escolas.

O Diretor da Educação de cada Região ajudou o investigador na seleção das escolas. A seleção foi efetuada aleatoriamente. Uma vez selecionadas as escolas, o Diretor da Educação de cada Região telefonou aos diretores de cada escola e informou-os do dia e da hora a que o autor do estudo se iria encontrar com eles. Uma vez na escola, conheceu os professores de Química do 12º ano, explicou o estudo e combinou com os professores o dia e a hora para selecionar os alunos.

O professor de Química informou os alunos acerca do estudo e explicou que a participação era voluntária. Todos os alunos selecionados se disponibilizaram a responder. Combinou-se o dia e a hora em que os alunos selecionados estavam disponíveis para responder ao questionário. Todos os alunos de um dado distrito, de escolas públicas e de escolas privadas, juntaram-se ao mesmo tempo numa escola e numa sala para responderem aos questionários. A escola selecionada para juntar os alunos e aplicar o questionário foi a escola que tinha melhores acessos de transporte. Nenhum aluno faltou.

Este procedimento para a aplicação dos questionários evitou que as respostas às questões fossem transmitidas entre os estudantes, o que iria comprometer os objetivos desta investigação.

O questionário foi aplicado numa sala de aula em condições de exame aplicado pelo autor do estudo. Dentro da sala estava o investigador e um professor de Química. Os alunos demoraram cerca e 90 minutos a responder ao questionário.

Noutros estudos nos quais os dados são recolhidos por questionário, o questionário é, por vezes, eletrónico ou enviado por correio postal. Neste último caso, os questionários devem ser envia dos juntamente com um envelope selado para que a pessoa que os aplica os devolva ao investigador. Neste estudo, não foi possível usar nenhuma destas formas para recolher os dados. O questionário eletrónico não era possível pois os alunos não teriam possibilidades para responder, pois nas escolas não existe ligação à Internet. Os alunos teriam que pagar o acesso e muitos alunos não só não teriam possibilidades económicas como também não teriam competências para usar a Internet. Quanto ao envio do questionário por correio postal, este também encontraria dificuldades. Não havia garantia que os professores de Química aplicassem os questionários em condições de exame. Esta dificuldade deve-se ao facto de a aplicação de questionários, no âmbito de uma investigação na área da educação, ser algo novo para os professores e o investigador não saberia como estes iriam lidar com o processo.

3.6.Tratamento dos dados

De modo a analisar os dados, começou-se por numerar ordenadamente os questionários da escola pública e os questionários da escola privada. A cada questionário foi atribuído um código. O código é formado pela letra A, de aluno; por um número, número de ordem do questionário; pela letra E de escola, e pela palavra pública ou privada dependendo se o questionário foi respondido por um aluno da escola pública ou privada.

Os dados recolhidos foram analisados efetuando uma análise de conteúdo (Barden, 1997). Esta análise iniciou-se pela construção de um quadro no qual se inseriram as respostas dadas pelos alunos a cada uma das questões. Estas respostas foram acompanhadas pelo código de cada um dos alunos. De seguida a análise foi efetuada questão a questão. Criaram-se para as respostas dos alunos, a cada questão, categorias de resposta. As respostas às questões 1, 4, 5, 9 foram classificadas usando as seguintes categorias de resposta:

- Respostas cientificamente válidas - As respostas incluídas nesta categoria apresentam ideias cientificamente aceites e concordantes com os programas em vigor.
- Respostas incompletas-As respostas classificadas nesta categoria, incluem apenas algumas ideias requeridas para as respostas cientificamente aceite. Nesta categoria não se incluem respostas que apresentam ideias cientificamente não aceites conjuntamente com ideias aceites.
- Respostas com conceções alternativas - As respostas incluídas nesta categoria incluem conceções alternativas
- Não responde - Os alunos não respondem à questão
- Outras - Incluem-se nesta categoria os casos em que os estudantes não deram a resposta às perguntas incluídas no questionário, ou deram respostas incompreensíveis.

Estas categorias foram usadas com sucesso noutros estudos nos quais se identificaram conceções alternativas dos alunos (por exemplo, Afonso, 1999; Martins, 2000). Depois desta classificação, as respostas incluídas na categoria respostas com conceções alternativas foram de novo analisadas de modo a identificar as diferentes conceções alternativas subjacentes a essas respostas.

Para as restantes questões optou-se por formar categorias de resposta que emergiram dos dados. Como estas questões são do tipo fechado com um pedido de justificação, os resultados são apresentados usando, sempre que possível, a estrutura da pergunta.

A questão 6 - “como funciona um indicador ácido-base?”, não foi analisada porque os alunos ou não respondem ou deram respostas inseridas na categoria “outras”.

Após a análise qualitativa, calcula-se as frequências de resposta para as diferentes categorias formadas e para cada um dos tipos de escola. No final comparam-se os resultados obtidos para os dois tipos de escolas (Mcmillan & Schumacher, 2006).

Capítulo IV

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1. Introdução

Neste capítulo interpretam-se os dados obtidos acerca do estudo realizado. Além da introdução (4.1), analisam-se as ideias dos alunos no tema ácido-base (4.2), designadamente o conceito de ácido (4.2.1), a capacidade de os alunos apresentarem exemplos de ácidos no dia-a-dia (4.2.2) e as suas propriedades (4.2.3), a capacidade de os alunos indicarem as diferenças entre um ácido forte e um ácido fraco (4.2.4), a capacidade de os alunos compreenderem a representação corpuscular de uma solução de um ácido fraco, segundo o modelo de Arrhenius (4.2.5), o entendimento dos alunos sobre o conceito do pH de uma solução (4.2.6), a capacidade de os alunos efetuarem cálculos do valor de pH (4.2.7), o entendimento dos alunos sobre o conceito de base (4.2.8) e a capacidade de indicarem exemplos de base no dia-a-dia (4.2.9), as características que os alunos reconhecem nas bases (4.2.10), a compreensão dos alunos sobre uma solução de um ácido fraco (4.2.11), a capacidade de identificarem a ocorrência, ou não de, reações ácido-base quando algumas substâncias são colocadas em contacto (4.2.12), o entendimento dos alunos sobre a teoria de Bronsted-Lowry e a identificação de pares ácido-base conjugado (4.2.13) e, finalmente a compreensão dos alunos sobre reações de neutralização (4.2.14).

4.2. As ideias dos alunos no tema ácido-base

4.2.1. Conceito de ácido

Como se pode constatar pela Tabela 1, cerca de um terço dos alunos de ambas as escolas deram respostas para a definição de ácido que se incluem nas categorias cientificamente válidas. Todos estes alunos usam o modelo de Arrhenius para definir um ácido, como se pode constatar pelos exemplos de resposta:

“Ácidos são substâncias que em solução aquosa liberam o ião H^+ ” (A₃₂, E_{Pública})

“Ácidos são substâncias que na solução aquosa sofrem ionização e liberam o ião H^+ ” (A₂₀, E_{privada})

“Ácido é uma substância que quando dissolvido em água liberta ião H^+ ” (A₅₄, E_{privada})

Em relação às respostas inseridas na categoria “resposta incompleta”, constata-se que todos os alunos referem que os ácidos doam catiões H^+ mas não mencionam que este procedimento ocorre na presença da água.

“Ácidos são substâncias que numa dada reação doam um catião H^+ ” (A_{40} , $E_{Pública}$);

“Ácidos são substâncias que numa dada reação doam um catião H^+ ” ($A_{3,5}$, $E_{privada}$).

Tabela 1 - Respostas dos alunos á questão “ O que entende por ácidos” (N=120)

Categorias das respostas	Escola Pública (n=60)	Escola Privada (n=60)
Respostas válidas		
• Modelo de Arrhenius	18	17
• Modelo de Brønsted e Lowry	-	-
• Modelo de Lewis	-	-
Respostas incompletas	2	11
Resposta com conceções alternativas	30	31
Não responde	1	1
Outras	9	-

A maioria das respostas dos alunos, de ambas as escolas, insere-se na categoria “conceções alternativas”. As conceções alternativas encontradas sobre a definição de ácido encontram-se na Tabela 1 e são:

- Ácido como um dador de OH^+

“Ácidos são substâncias que solução aquosa doa ião OH^+ ” (A_{17} , $E_{privada}$)

- Ácido definido por um valor de pH. Este valor é para alguns alunos baixo e para outros alunos elevado. Os alunos não mencionam o ácido se encontra em solução aquosa, e não referem qual o valor com o qual estão a fazer a comparação.

“Ácido é uma substância que tem o pH menor” (A_{23} , $E_{Pública}$)

“Ácido é uma solução que o seu pH é maior” (A_{16} , $E_{privada}$)

- Ácido como substâncias com sabor. Este pode ser salgado, doce ou ácido. Esta é a conceção mais comum entre os alunos de ambas as escolas:

“ácidos são os elementos ou as coisas que têm sabor salgado” (A_{33} , $E_{privada}$)

“ácidos são substâncias que tem sabor salgado ou ácido” (A_1 , $E_{Pública}$)

“ácido é as coisas que têm sabor doce” (A_{58} , $E_{Pública}$)

- Ácido definido como solução que muda de cor.
 “ácido é uma substância que muda de cor conforme o pH” (A₁₃, E_{privada})
 “ácidos são as substâncias que pode mudar a cor” (A₁₅, E_{privada})
 “ácido é uma substância que muda de cor depende o pH” (A₁₈, E_{privada})
- Ácido como uma substância com dois hidrogénios na sua composição
 “ácido tem dois hidrogénios que ligam a um oxigénio” (A₅₀, E_{pública})

Tabela 2 - Concepções alternativas sobre a definição de ácido

Concepções alternativas	Escola Pública (n=30)	Escola Privada (n=31)
Ácido como um dador de OH ⁺	-	1
Ácido definido por um valor baixo ou elevado de pH	1	5
Ácido como substâncias com sabor	28	21
Ácido definido como solução que muda de cor	-	4
Ácido como uma substância com dois hidrogénios na sua composição	1	-

Estes resultados, para a definição de um ácido, são semelhantes aos encontrados noutros estudos. O modelo de Arrhenius é o único mencionado pelos alunos. Este foi também o modelo mais referido pelos alunos do estudo de Cross *et al.* (1986). Quanto às concepções alternativas, mais encontrada neste estudo foi também encontrada noutros estudos (Ross e Munby, 1991; Martins, 2000). Constata-se que apenas os alunos da escola privada consideram que “ácido definido como solução que muda de cor” ou que “ácido definido por um valor de pH”. Estas concepções podem ser mais frequentes nos alunos da escola privada porque estes alunos poderão ter realizado mais atividades laboratoriais do que os alunos da escola pública. A probabilidade de encontrar laboratórios de ciências em escolas privadas em Timor-Leste é maior do que em escolas públicas. Soares (2011) apenas encontrou laboratórios de ciências em escolas privadas. Outras concepções alternativas identificadas na literatura, tais como “o ácido pode corroer um material, um animal ou o ser humano” (Hand e Treagust, 1989; Ross e Munby, 1991); e “os ácidos são corrosivos, tóxicos e perigosas” (Martins, 2000) não foram encontradas.

Hand e Treagust (1989) consideram que estas conceções alternativas são influenciadas pelas atividades laboratoriais realizadas nas aulas. Em Timor Leste, as atividades laboratoriais quando implementadas na sala de aula são simples e com recursos a materiais do dia-a-dia pois não existem condições materiais (Soares, 2011).

4.2.2. Exemplos de ácidos no dia-a-dia

Para os alunos os ácidos podem ser encontrados nos alimentos, nos produtos de limpeza e desinfeção, nos cosméticos, no corpo humano, nas baterias e nos explosivos. Para além da indicação de produtos que contém ácidos os alunos mencionam ainda nomes de ácidos orgânicos (ex.: fórmico, acético) e minerais (ex.: nítrico, sulfúrico ou clorídrico) sem dizerem onde se podem encontrar (Tabela 3). Os alimentos mais mencionados contendo ácidos foram os frutos e legumes: “tangerina” (19), “laranja” (37), “limão” (63), “manga” (51), “tomate”, (16), “tamarindo” (36), e “maçã” (9). O facto de os alunos também mencionarem os produtos de limpeza e desinfeção – “sabonete”, “detergente”, “champô” e de “desinfeção das piscinas” – como exemplos ácidos, indica que estes alunos ainda não diferenciam bem os exemplos de ácido e de base que se podem encontrar no dia-a-dia. Como se pode constatar pela Tabela 3, não existem grandes diferenças em relação aos exemplos apresentados pelos alunos das duas escolas.

Tabela 3 - Exemplos de ácidos no dia-a-dia

Exemplos de ácidos no dia-a-dia	Escola Pública (n=60)	Escola Privada (n=60)
Alimentos		
• Frutos e legumes	122	128
• Vinagre	22	26
• Vinho	-	1
• Refrigerantes	7	5
Produtos de limpeza e desinfeção	4	6
Produtos de cosmética	-	2
Corpo humano	-	1
• Saliva		
Baterias	-	1
Ácidos orgânicos e minerais	74	55

4.2.3. Propriedades dos ácidos

A maioria dos alunos apenas indicou uma propriedade dos ácidos que os permite identificar. Os restantes alunos da escola privada indicaram até três propriedades e o número máximo de propriedades referidas pelos alunos da escola pública foi de cinco (Tabela C).

Tabela 4 - Número de propriedades dos ácidos referidas pelos alunos

Número de propriedades referidas	Escola Pública (n=60)	Escola Privada (n=60)
Nenhuma	9	4
Uma	42	34
Duas	1	10
Três	1	12
Quatro	5	-
Cinco	4	-

As propriedades dos ácidos, mencionadas pelos alunos dos dois tipos de escolas, podem ser encontradas na tabela 5. As propriedades indicadas pelos alunos da escola privada são na maioria as mesmas que as propriedades indicadas pelos alunos da escola pública. Apenas os alunos da escola privada consideraram que os ácidos reagem com as bases formando água e acrescentam que também se forma um sal.

As propriedades organolépticas dos ácidos são as mais referidas pelos alunos de ambas as escolas. O sabor amargo é por alguns identificados como sabor ácido:

“o ácido tem sabor ácido” (A₁₈, E_{Pública}; A₃₁, E_{Privada}).

Alunos de ambas as escolas consideram que o ácido muda de cor na presença do indicador:

“o ácido avermelha a tintura azul tornesol” (A₃₈, E_{Pública}; A₃₅, E_{Privada}),

“fenolftaleína adquire coloração rosa em meio básico e fica incolor em meio ácido”
(A₂₄, E_{Pública})

Poucos alunos de ambas as escolas reconhecem que as soluções aquosas dos ácidos são bons eletrólitos, que alguns ácidos podem reagir com os metais produzindo hidrogénio ou

com as bases e que o pH dos ácidos é inferior a sete. Esta última característica raramente é referida pelos alunos da escola pública e nunca é mencionada a temperatura de 25°C.

“*ácidos são bons condutores da electricidade*” (A₃₇, E_{Pública}; A₄₅, E_{Privada}).

“*pode reagir com alguns metais libertando hidrogénio*”(A₄₁, E_{Pública}; A₄₈, E_{Privada})

Os resultados mostram que os alunos não possuem uma definição operacional de ácido. Têm dificuldades em identificar os comportamentos dos ácidos. Isto pode acontecer porque nas aulas os alunos raramente realizarem atividades laboratoriais para observarem o comportamento dos ácidos. Apenas tem contacto com descrições que aparecem no manual escolar. No entanto, nem todos os alunos têm acesso ao manual escolar; quando tem, ele é dividido com mais dois ou três colegas; as aulas baseiam-se num ensino do tipo transmissão receção que não atende às ideias dos alunos. Estes factos podem explicar por que razão muitos alunos consideram que os ácidos podem ser identificados com apenas uma propriedade organolética pois esta é a que melhor conhecem a partir das experiências do seu dia-a-dia. A ideia de que os ácidos mudam de cor na presença de um indicador foi também encontrada por Nakhleh e Krajcik (1994).

Tabela 5 - Propriedades dos ácidos

Propriedades dos ácidos	Escola Pública (n=51)	Escola Privada (n=56)
Propriedades organoléticas (cor, sabor ou cheiro)	51	42
pH inferior a 7	1	9
Muda de cor na presença do indicador	18	15
Reage com:		
Metais libertando hidrogénio	3	7
Bases produzindo sal e água	-	5
São condutores da eletricidade	6	7
Outras	8	5

4.2.4. Diferença entre um ácido forte e um ácido fraco

Na tabela 6 podemos ver que apenas três alunos da escola pública consideram que não existe diferença entre um ácido forte e um ácido fraco. Estes alunos não justificaram as suas respostas.

Tabela 6 - Existência ou não de uma diferença entre um ácido forte e um ácido fraco

Diferença entre um ácido forte e um ácido fraco	Escola Pública (n=60)	Escola Privada (n=60)
Não existe diferença	3	0
Existe diferença	57	60

Pela Tabela 6 pode-se constatar que alguns alunos da escola pública e alguns alunos da escola privada dão repostas que se inserem na categoria “outras”. Os alunos da escola privada apresentam uma maior percentagem de respostas válidas (45% dos alunos) do que os alunos da escola pública (30%) em relação à diferença entre um ácido forte e um ácido fraco. Na categoria de “resposta válida” a maiorias dos alunos apresentaram respostas que são consistentes com o modelo de Arrhenius:

“ácido forte na água ioniza-se totalmente e o ácido fraco ioniza-se parcialmente”(A₁₂, E_{Pública})

“o ácido forte na água ioniza-se perfeitamente por enquanto o ácido fraco em água a sua reação é vice-versa” (A₄₅, E_{Privada}).

“o ácido forte em solução aquosa ioniza-se completamente e o ácido fraco não se ioniza totalmente” (A₁₇, E_{Privada})

Alguns alunos apresentam respostas que parecem ter subjacente o modelo de Bronsted e Lowrey:

“a força de ácido é medida de maior ou menor capacidade de ácido em ceder os protões” (A₁₃, E_{Pública});

“ácido forte tem maior capacidade de ceder os protões e ácido fraco tem menor capacidade de ceder protões” (A₁₈, E_{Pública}),

“ácido forte cede mais protões e ácido fraco cede menos protões” (A₅₁, E_{Privada}).

Tabela 7 - Respostas dos alunos sobre “a diferença de um ácido forte e um ácido fraco”

Categorias das respostas	Escola Pública (n=57)	Escola Privada (n=60)
Respostas válidas	17	27
Respostas com conceções alternativas	25	24
Não responde	7	1
Outras	8	8

Relativamente às conceções alternativas, sobre a diferença entre um ácido forte e um ácido fraco, constata-se que enquanto a conceção alternativa “um ácido forte distingue-se de um ácido fraco na intensidade das propriedades organoléticas” é a mais comum entre os alunos da escola pública (Tabela 7):

“ ácido forte quando experimentarmos, sentimos logo o sabor ácido e quando não sentirmos é o ácido fraco” (A₃₃, E_{privada})

“ ácido forte pode ver com os olhos e não pode sentir, ácido fraco pode-se sentir com a língua e pode pegar” (A₅₃, E_{Pública}).

Por outro lado, a conceção alternativa “um ácido forte distingue-se de um ácido fraco na pela sua concentração” é mais comum entre os alunos da escola privada (Tabela 7):

“ a diferença entre um ácido forte e um ácido fraco é a concentração do ácido forte é mais maior do que ácido fraco” (A₃, E_{Privada});

“ácido forte tem concentração mais e ácido fraco tem concentração menos” (A₃₁, E_{Privada})

“ a concentração de ácido forte é mais e ácido fraco é menos” (A₅₉, E_{Pública})

Outras conceções alternativas foram encontradas (Tabela 7). Algumas só se identificaram em alunos da escola privada:

- Um ácido forte difere de um ácido fraco no número de H⁺ ou de hidrogénio na sua composição

“ ácido forte tem muitos H⁺ e ácido fraco tem pouco H⁺” (A₁₃, E_{Privada});

“a diferença de um ácido forte e um ácido fraco é o número do átomo de hidrogénio”
(A₅₅, E_{Privada}).

- Um ácido forte difere de um ácido fraco no brilho que produzem numa lâmpada, sem que seja referida a concentração das soluções aquosas dos ácidos.

“ácido forte numa solução aquosa produz carga elétrica com a luz brilhante e ácido fraco na solução aquosa não faz a luz brilhante” (A_{25,26}, E_{Privada}).

Outras conceções alternativas só foram identificadas em alunos da escola pública:

- Um ácido forte difere de um ácido fraco na rapidez de dissociação do ácido
“ácido forte dissocia-se rápido, ácido fraco dissocia-se dificilmente” (A₂₀, E_{Pública})
“a diferença entre um ácido forte e um ácido fraco são: ácido forte, a sua reação é mais rápido do que um ácido fraco” (A₄₉, E_{Pública});
- Um ácido forte difere de um ácido fraco no valor do pH
“O pH de ácido forte é maior do que o ácido fraco” (A₁, E_{Pública})

Tabela 8 - Conceções alternativas sobre a diferença entre um ácido forte e um ácido fraco

Um ácido forte e um ácido fraco diferem:	Escola Pública (n=25)	Escola Privada (n=24)
Na concentração	4	12
No número de H ⁺ ou de hidrogénio na sua composição	-	6
Na rapidez de dissociação do ácido	2	-
Intensidade das propriedades organoléticas	18	1
No pH	1	-
No brilho que produzem numa lâmpada	-	5

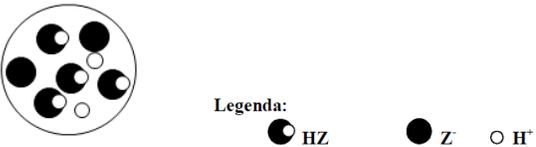
A maioria destas conceções alternativas foi identificada noutros estudos, por exemplo Artdej *et al* (2010); Martins (2000), Sheppard (2006); Quertatani *et al.* (2007). As conceções alternativas “um ácido forte difere de um ácido fraco na sua concentração” e “um ácido forte difere de um ácido fraco na intensidade das suas propriedades organoléticas” poderão ter associada a mesma ideia pois parecem resultar das experiências do dia-a-dia. Por exemplo, um suco de limão mais concentrado tem um sabor mais intenso e é mais amargo.

Foi identificada uma concepção alternativa que não foi encontrada nos estudos revistos “um ácido forte difere de um ácido fraco na rapidez da reação de ionização”

4.2.5. Representação corpuscular de uma solução de um ácido fraco no modelo de Arrhenius

Os dados relacionados com as partículas de um ácido fraco em solução aquosa permitem verificar que a maioria dos alunos da escola privada escolhe o esquema 1, no qual o ácido se ioniza parcialmente em água (Tabela 9). A maioria dos alunos da escola pública escolheu o esquema 2, no qual o ácido se ioniza totalmente. Por último há também os alunos que não escolheram nenhum esquema, sendo a maioria destes alunos da escola pública.

Tabela 9 - Representação escolhida pelos alunos para um ácido fraco

Esquema	Escola Pública (n=60)	Escola Privada (n=60)
<p>Esquema 1</p>  <p>Legenda: \bullet HZ \bullet Z⁻ \circ H⁺</p>	19	31
<p>Esquema 2</p>  <p>Legenda: \bullet HZ \bullet Z⁻ \circ H⁺</p>	24	21
Outras	3	3
Não escolhe nenhum esquema	14	5

As razões para a escolha dos esquemas são pouco apresentadas. As maiorias das razões apresentadas pelos alunos para a escolha do esquema 1 são cientificamente válidas:

“O ácido fraco não se ioniza completamente” (A₃₁, E_{Pública});

“não ioniza totalmente” (A₃₃, E_{Pública}).

“ácido fraco ioniza-se parcialmente” (A₄₅, E_{privada}).

“ácido fraco poucos H⁺ na solução” (A₃, E_{privada})

Outras razões para as escolhas dos esquemas apresentam concepções alternativas:

- Ácido fraco associada à presença elevada de iões H^+ na solução. Esta concepção parece estar relacionada com a encontrada por Artdej *et al* (2010). O autor referiu que os alunos consideram que um ácido fraco dissocia-se porque as suas ligações são fracas
 “Escolha esta solução [figura 2] porque tem muitos iões H^+ ” (A₁₃, E_{privada});
 “Encontra-se nesta solução [figura 2] muitos iões H^+ ” (A₁₅, E_{privada}).
- Ácidos fracos apresentam uma rapidez de ionização lenta. A reação lenta é identificada como ocorrendo no esquema 1:
 “A solução [figura 2] tem uma reação mais rápido” (A₄₉, E_{pública});
 “Mais rápido [figura 2] a reação nesta solução” (A₅₀, E_{pública});
- Ácidos fracos são pouco concentrados, esta concepção alternativa é usada pelos alunos que escolhem o esquema 1 e o esquema 2. Esta concepção foi identificada nos estudos de Martins (2000), Sheppard (2006); Quertatani *et al.* (2007).
 “a concentração desta solução [figura 2] é maior” (A₃₇, E_{privada})
 “a concentração do ácido é maior no 1” (A₂₅, E_{privada})

4.2.6. Conceito de pH de uma solução

A resposta dos alunos sobre o conceito de pH pode-se ver na tabela 10.

Tabela 10 - Respostas dos alunos sobre “O conceito de pH”

Categorias das respostas	Escola Pública (n=60)	Escola Privada (n=60)
Resposta válida	11	
Respostas com concepções alternativas	34	43
Não responde	5	8
Outras	11	9

Como se pode ver as respostas dos alunos sobre “o conceito de pH”, a maioria dos estudantes deram as respostas com concepções alternativas:

- Alguns alunos consideram que o pH é um indicador ácido-base
 “o pH de uma solução é um indicador que determina uma solução é ácido ou base”
 (A₃₀, E_{Pública})
 “o pH é uma substância que indica a cor” (A₁₃, E_{Privada}).
- Algumas concepções alternativas parecem estar associadas á utilização de expressões matemáticas que relacionam o pH com a concentração de H^+/H_3O^+ , sem que os alunos entendam o significado de pH. Tal parece ter origem no número de exercícios que os alunos fazem para calcular o pH sem que entendam o seu significado (McClary e Bretz, 2012):
 “pH é a potencia hidrogénio que indica uma solução é ácido ou base” (A₃₁, E_{Privada}).
 “o pH de uma solução é o valor logaritmo básico negativo de 10 da concentração do ião H^+ ou OH^- de uma solução” (A₁ E_{Privada}).
- O pH é a concentração de H^+ na solução, esta concepção foi também encontrada por Sheppard (2006)
 “o pH é concentração de iões H^+ presente numa determinada solução” (A₄, E_{Privada});
 “o pH é a concentração de ião H^+ numa solução” (A₆, E_{Pública}).
- O pH é o carácter químico de uma solução
 “o pH de uma solução é carácter ácido, base ou neutro desta solução” (A₅₅, E_{Privada}).
- pH é o grau de acidez, basicidade, neutralidade de uma solução:
 “o pH de uma solução é o grau de acidez, basicidade e neutralidade de uma solução”
 (A₄₅ E_{Privada}).

Tabela 11 - Concepções alternativas sobre o pH de uma solução

Concepções alternativas	Escola Pública (n=41)	Escola Privada (n=43)
pH associado a expressões matemáticas	2	19
Indica o carácter químico solução	23	13
Concentração de H ⁺ na solução	5	2
pH é um indicador	1	1
pH é o grau de acidez, basicidade, neutralidade de uma solução	10	8

4.2.7. Cálculo do pH

Nesta questão o valor do pH da solução aquosa de HCl é ligeiramente inferior a 7 (pH = 6,96) e o valor do pH da solução aquosa de NaOH é ligeiramente superior a 7 (pH=7,04). São pouco os alunos das escolas públicas a escolherem estes valores para o pH das soluções. Por outro lado, cerca de 30% dos alunos da escola privada, escolhem as opções corretas (Tabela 12). Estes alunos apresentam os cálculos do valor de pH de modo adequado mas nenhum aluno se referiu à concentração de H⁺/H₃O⁺.

Tabela 12 - O valor pH de HCl e NaOH com concentração de 10⁻⁸M.

Valor de pH	Escola Pública (n=60)		Escola Privada (n=60)	
	HCl	NaOH	HCl	NaOH
Muito inferior a 7	22	8	29	15
Ligeiramente inferior a 7	2	1	20	1
Igual a 7	10	9	3	1
Ligeiramente superior a 7	6	7	-	23
Igual a 8	6	1	8	9
Superior a 8	-	20	-	10
Não responde	14		1	

Nesta questão foram identificadas algumas dificuldades dos alunos.

- Para os alunos, ácidos fortes têm pH baixo e bases fortes têm pH elevado independentemente das suas concentrações

“O pH do ácido é muito inferior a 7” (A₈, 28, 57, E_{pública} e A₁₃, 26, 42, E_{privada});

“O valor de pH de 14 é base” (A_{56, 58}, E_{pública} e A_{5, 40, 53}, E_{privada}).

- Para os alunos, bases fortes têm pH baixo. Esta concepção foi também encontrada na literatura:

“O pH de NaOH é muito inferior a 7” (A_{9, 12, 46}, E_{privada})

- Os alunos parecem não conhecer a relação entre a concentração de H_3O^+ na solução e o valor de pH

“O pH de uma solução é a potência hidrogénio” (A₂₁, E_{pública}; A₄, E_{privada})

4.2.8. Conceito de base

A tabela 13 mostra que na categoria “resposta válida” a maioria dos alunos utilizam o modelo de Arrhenius para definir uma base:

“Base é uma substancia que em solução aquosa libera iões OH” (A₃₁, E_{pública});

“Bases são substâncias que em solução aquosa liberam iões OH” (A₁₆, E_{privada})

Um número reduzido de alunos utiliza o modelo de Lewis para definir uma base:

“Bases são substâncias que numa dada reação doam um par de electrões” (A₂₉, E_{pública});

“Base é substância que numa dada reação cede/doa um para de electrões” (A₄₄, E_{privada}).

Alguns alunos da escola privada apresentam respostas incompletas consistentes com o modelo de Arrhenius. Estas respostas são incompletas porque os alunos não referem a presença de uma solução aquosa.

“Base é substância que recebe o ião H^+ ” (A₂, E_{privada});

“Base é substância que aceita um ião H^+ ” (A_{37, 42}, E_{privada}).

Tabela 13 - Respostas dos alunos sobre o conceito de base

Categorias de resposta	Escola Pública (n=60)	Escola Privada (n=60)
Respostas válidas		
• Modelo de Arrhenius	20	10
• Modelo de Brønsted e Lowry	-	-
• Modelo de Lewis	4	2
Respostas incompletas	-	10
Respostas com concepções alternativas	29	31
Não responde	1	-
Outras	6	7

A maioria das respostas dos alunos, de ambas de escolas, apresenta concepções alternativas. As concepções alternativas identificadas estão na Tabela 14:

- Base como uma substância com sabor. Este pode ser amargo, adstringente. Esta é a concepção alternativa mais comum entre os alunos de ambas as escolas.
“Base é uma substância que indica o sabor amargo” (A₃₁, E_{Privada});
“Base é uma substância que possui sabor adstringente” (A_{6,54}, E_{pública});
“Bases são substâncias químicas que têm um sabor adstringente” (A_{4,25}, E_{privada})
- Base é uma substância escorregadia
“Bases são substâncias geralmente escorregadias” (A₂₅, E_{pública});
“Bases são as coisas que quando pegamos escorregam” (A_{33,36}, E_{privada});
- Base definida como uma solução que muda de cor na presença de um indicador ou consoante o pH do meio.
“Base é uma substância que muda de cor conforme o pH” (A₂₄, E_{pública});
“Base é uma substância que em solução fenolftaleína a sua cor é rosa” (A₄₉, E_{privada});
“Base adiciona fenolftaleína a sua cor é rosa” (A₅₃, E_{privada}).
- Base substância com pH igual a 7
“O pH da solução base é 7” (A₅₈, E_{privada}).

Tabela 14 - Concepções alternativas dos alunos sobre o conceito de base

Concepções alternativas	Escola Pública (n=29)	Escola Privada (n=36)
Base como substância escorregadia	1	3
Base substância com pH igual a 7	-	1
Base como substâncias com sabor amargo	27	30
Base definido como solução que muda de cor	1	2

Cerca de 20% dos alunos de ambas as escolas apresentaram respostas válidas e incompletas recorrendo a diferentes modelos. A maioria dos alunos não sabe dar uma definição operacional de base. As suas respostas apresentam concepções alternativas já identificadas na literatura por Martins (2000). A concepção alternativa “base como substância com pH igual a sete” não foi encontrada na literatura mas poderá estar ligada com a ideia de as bases não serem perigosas. Esta ideia foi encontrada por Nakhleh e Krajcik, (1994)

4.2.9. Exemplos de base no dia-a-dia

A Tabela 15 apresenta os exemplos dados pelos alunos sobre os produtos nos quais é possível encontrar bases no dia-a-dia. Para os alunos as bases podem ser encontradas nos alimentos, em medicamentos, na saliva, produtos de limpeza. Para além da indicação de produtos que contêm bases os alunos mencionam ainda nomes de bases que se encontram no laboratório (Tabela 15). Os alimentos, mais referidos pelos alunos foram as frutas, tais como “*papaia*”, *banana*, o “*variak*”, o azeite, ou o leite de magnésio. Apesar de os alimentos referidos terem carácter ácido, os alunos não o reconhece.

Os produtos de limpeza foram referidos por mais alunos das escolas privadas do que públicas. Os produtos de limpeza mais citados pelos alunos foram o sabão, a pasta de dentes, o champô, o sabonete e o detergente. Os exemplos de base no contexto laboratório que são mais citados pelos alunos das escolas públicas são: NaOH, KOH, Ca(OH)₂, Mg(OH)₂, NH₃ e Al(OH)₃. Os exemplos de base no contexto laboratório que são mais citados pelos alunos das escolas privadas são: Ca(OH)₂, Pb(OH)₂, Cr(OH)₂, Cu(OH)₂ e Fe(OH)₃. É de notar que a maioria das bases apresenta o radical OH⁻.

Tabela 15 - Exemplos de bases, dados pelos alunos, que se podem encontrar no dia-a-dia

Exemplos	Escola Pública (n=60)	Escola Privada (n=60)
Bases no contexto do laboratório	55	26
Medicamentos		
• Antiácidos	-	6
Corpo Humano		
• Saliva	5	-
Produtos de limpeza	52	79
Alimentos		
• Legumes e frutas	31	79
• H ₂ O	5	2
• Azeite e óleo de rícino	9	11
• Leite	2	2
• Sal, açúcar	7	2
Não responde	4	1

4.2.10. As características da base

Como se pode constatar pela Tabela 16, a maioria dos alunos de ambas as escolas apenas referiu uma propriedade que permite identificar uma substância como tendo carácter básico.

Tabela 16 - Número de características das bases, referidas pelos alunos

Número de características referidas	Escola Pública (n=60)	Escola Privada (n=60)
Nenhuma	9	4
Uma	22	19
Duas	5	3
Três	4	3

As propriedades das bases, mencionadas pelos alunos dos dois tipos de escolas, podem ser encontradas na tabela 16. As propriedades indicadas pelos alunos da escola privada são na maioria as mesmas que as propriedades indicadas pelos alunos da escola pública. Apenas os alunos da escola privada consideraram que as bases reagem com os ácidos e são eletrólitos.

“Neutralizar os ácidos” (A₁₆, E_{pública});

“É neutralizar os ácidos” (A₄₇, E_{privada});

“As bases reagem com os ácidos formando sal e água” (A₂₈, E_{privada});

“As bases em solução aquosa são eletrólitos”(A₁₉, E_{privada});

“ Soluções aquosas de bases são eletrólitos”(A₂₇, E_{privada}).

As propriedades organolépticas das bases são as mais referidas pelos alunos de ambas as escolas:

“As bases são as substâncias que possuem sabor adstringente” (A₄₇, E_{pública});

As bases apresentam um sabor adstringente” (A₄, E_{privada});

“Tem sabor amargo e escorregadias como sabão” (A₃₇, E_{pública});

“ As bases são escorregadias como sabão” (A₄₇, E_{privada}).

Para além destas características organolépticas os alunos de ambas as escolas referiram outras. A característica: “As bases possuem iões OH⁻na sua composição” reflete uma aceitação do modelo de Arrhenius:

“É uma substância que possui carga OH” (A₁₃, E_{pública});

“É uma substância em solução aquosa originam iões OH ”(A₃₇, E_{pública});

“As bases em solução aquosa originam iões OH ”(A₄₈, E_{privada}).

Alunos de ambas as escolas consideram que a base muda de cor na presença do indicador:

“Muda a cor de tornesol ao azul” (A₃₂, E_{pública});

“As suas soluções aquosas tornam azul o papel de tornesol” (A₂₉, E_{privada}).

Poucos alunos de ambas as escolas reconhecem que as soluções aquosas das bases têm pH superior a sete e nunca é mencionada a temperatura de 25°C.

“O pH de base é maior a 7” (A₃₂, E_{privada});

“O seu pH>7” (A₃₂, E_{privada})

Tabela 17 - Respostas dos alunos sobre as características das bases

Categorias de resposta	Escola Pública (n=44)	Escola Privada (n=42)
Propriedades organolépticas	20	22
Possui iões OH ⁻ na sua composição	8	2
Neutralizam os ácidos	6	3
Mudam de cor na presença de um indicador	9	7
Têm pH > 7	1	3
São eletrólitos	-	3
Reagem com os ácidos	-	2

Os resultados mostram que os alunos não possuem uma definição operacional de base. Têm dificuldades em identificar os comportamentos das bases. Esta dificuldade também foi identificada nestes alunos quando definiram ácidos. Esta dificuldade pode acontecer porque nas aulas os alunos raramente realizarem atividades laboratoriais para observarem o comportamento das bases. A ideia de que as bases mudam de cor na presença de um indicador foi também encontrada por Nakhleh e Krajcik (1994). A conceção de que “as bases contêm um radical OH⁻” foi identificada por Cokelez (2010) e Qertatani *et al.* (2007).

4.2.11. Solução de um ácido fraco: Representação corpuscular no modelo de Arrhenius; concentração e pH da solução

A maioria dos alunos, de ambas as escolas, considera que a base LOH é mais forte no esquema 4 do que no esquema 3. Raramente são apresentadas justificações para esta escolha. Quando existem, as razões apresentadas sugerem que os alunos confundem força de uma base com a sua concentração. A relação entre concentração e força de uma base tem vindo a ser descrita na literatura como uma conceção bastante frequente (Martins, 2000; Qertatani *et al.* 2007)

“*porque no esquema 4 tem mais partículas*” (A₁, E_{pública});

“*é mais concentrada*” (A₆, E_{pública})

“*a sua concentração é maior*” (A₃₈, E_{privada}).

Embora em menor número, alguns alunos da escola pública e da escola privada, consideram que a base LOH é uma base forte. No entanto, poucos são os alunos que

justificam a sua escolha. Os que justificam a sua opção recorrem à ideia e ionização completa da base:

“Todas as moléculas ionizam-se em iões positivos e iões negativos” (A₅₄, E_{privada});

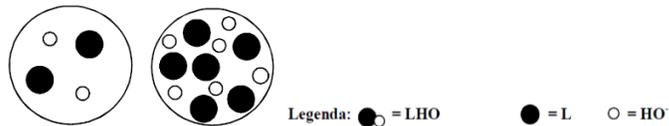
“ Porque todas as moléculas ionizam-se e formam ião positivo (metais) e negativa (OH⁻)” (A_{19, 21}, E_{privada});

“As moléculas de bases ionizam-se totalmente e produzem ião positivo e ião negativo ” (A_{22, 23}, E_{privada}).

Um maior número de alunos da escola pública do que da escola privada considera que a base LOH é mais forte no esquema 3 do que no esquema 4. Esta escolha é justificada pelo facto de no esquema 3 as partículas estarem mais afastadas:

“porque no esquema 3 as partículas de L e OH⁻ estão longe uns aos outros” (A₂₀, E_{pública}).

Tabela 18 - Concentração, pH e força de uma base

Considerando os esquemas 3 e 4,  Esquema 3 Esquema 4	Escola Pública (n=60)	Escola Privada (n=60)
A base LOH é....		
Uma base forte	3	9
Uma base fraca	4	1
Mais forte no esquema 3 do que no esquema 4	9	1
Mais forte no esquema 4 do que no esquema 3	37	47
Não responde	7	2
As concentrações das soluções de LOH...		
É igual no esquema 3 e no esquema 4	2	1
É maior no esquema 3 do que no esquema 4	3	-
É maior no esquema 4 do que no esquema 3	46	50
Não responde	9	9
O pH...		
Das soluções 3 e 4 são iguais	9	7
Da solução 3 é maior que pH da solução 4	10	5
Da solução 3 é menor que o pH da solução 4	26	38
Não Responde	15	10

Em relação à concentração das soluções de LOH, a maioria dos alunos de ambas escolas dizem que a concentração da base no esquema 4 é maior do que no esquema 3. Nas suas justificações os alunos relacionam as concentrações das soluções com o número de partículas de L^+ e OH^- .

“Porque há muitas moléculas de L e OH” (A₁₂, E_{pública});

“A concentração do esquema 4 é maior porque tem muitas partículas” (A₃₄, E_{pública})

“Esta solução 4 tem mais iões” (A₄₅, E_{privada}).

Um número reduzido de alunos escolheu outras opções para além da acima mencionada. No entanto, ou não justificam as suas escolhas ou apresentam respostas que não se percebem.

No que se refere ao pH das soluções apresentadas, a maioria dos alunos de ambas escolas escolhem a opção “o pH da solução 3 é menor que o pH da solução 4”. As razões que os alunos dão para esta escolha relacionam-se com a concentração da solução 3 ser menor que a concentração da solução 4, sem referirem a relação entre a concentração de H^+ / OH^- em solução.

“a concentração da solução 4 é maior” (A₅, E_{pública});

“a concentração da solução 4 é maior” (A₁₇, E_{privada});

“quando a concentração maior então o pH é maior” (A₄₈, E_{privada}).

Embora alguns alunos tenham escolhido outras opções de resposta, não justificam a sua escolha ou apresentam respostas incompreensíveis.

4.2.12. A ocorrência da reação de ácido-base de algumas substâncias colocadas em contacto

Na tabela 19 pode-se ver as respostas dos alunos de escolas privadas e públicas sobre a ocorrência de reações entre as substâncias indicadas. Como se pode constatar poucos alunos responderam a cada uma das opções apresentadas na questão. O que poderá indicar que esta questão é problemática para os alunos.

Tabela 19 - Ocorrência de reação entre as substâncias indicadas

Substâncias em contacto	Escola Pública (n=60)			Escola Privada (n=60)		
	Sim	Não	N/R	Sim	Não	N/R
Cloreto de sódio (NaCl) e água (H ₂ O)	21	12	37	14	-	46
Amoníaco (NH ₃) e água (H ₂ O)	12	9	39	20	-	40
Ácido clorídrico (HCl) e água (H ₂ O)	14	3	43	15	-	45
Dióxido de carbono (CO ₂) e água (H ₂ O)	4	-	56	7	-	53

Em relação aos alunos que responderam, constata-se que em relação às substâncias cloreto de sódio e a água:

- Todos os alunos da escola privada consideram que ocorre uma reação e a maioria dos alunos da escola pública também. Os alunos escrevem a reação que ocorre da seguinte forma:

$$\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaOH} + \text{HCl}$$
(A_{8, 10, 11, 12, 13, E_{pública}}) e (A_{34, 35, 36, 37, 49, E_{privada}}).
Esta resposta sugere que os alunos apenas maipulam as fórmulas sem compreenderem a natureza das substâncias envolvidas.
- Apenas alguns alunos da escola privada consideram que não ocorre reação química referindo que “NaCl é sal” (A_{31, 32, 33, 34, 35, 36; E_{pública}}).

Em relação às substâncias amoníaco e água as respostas dos alunos são:

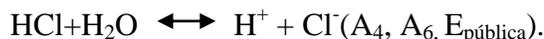
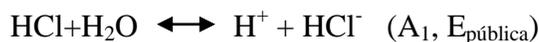
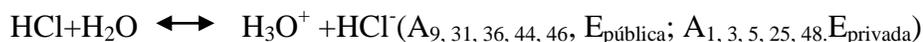
- Todos os alunos da escola privada consideram que ocorre uma reação química e a maioria dos alunos da escola pública também. Escrevem a reação química que ocorre da seguinte forma:

$$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \longleftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$$
(A_{2, 3, 11, 12, 27, 31, E_{pública}}; A_{4, 6, 12, 31, 32, 38, E_{privada}}).
ou

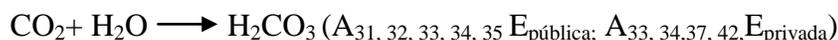
$$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \longleftrightarrow \text{NH}_4\text{OH}$$
(A_{13, E_{privada}})
- Apenas alguns alunos a escola privada consideraram que não ocorre reação química mas não apresentam justificação

Em relação às substâncias ácidas clorídricas e água as respostas dos alunos são:

- Todos os alunos da escola privada consideram que ocorre uma reação e a maioria dos alunos da escola pública também. Escrevem a reação que ocorre da seguinte forma:



Em relação às substâncias dióxido de carbono e água as respostas dos alunos são as mais escassas mas quando existem, consideram que a reação química pode ser traduzida pela reação:



4.2.13. Pares ácido-base conjugado

Na tabela 20 constata-se que alguns alunos identificam pares ácido base nas reações químicas apresentadas. Mais alunos da escola privada do que da escola pública são capazes de identificar pares ácidos-base conjugados.

Tabela 20 - Pares ácido base conjugados

Reação química	Espécies Químicas	Escola Pública (n=60)			Escola Privada (n=60)		
		Pares ácido-base			Pares ácido-base		
		Sim	Não	N/R	Sim	Não	N/R
$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{HSO}_4^- + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_2^+$	H_2SO_4 e HSO_4^-	14	38	8	18	42	-
	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_2^+$ e $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	8	44	8	27	33	-
$\text{H}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_3\text{O}^+ + \text{S}^{2-}$	H_2S e S^{2-}	10	42	8	40	20	-
	H_3O^+ e H_2O	8	44	8	12	48	-

Em relação à reação química $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{HSO}_4^- + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_2^+$:

- a maioria dos alunos de ambas as escolas não identificam H_2SO_4 e HSO_4^- bem como $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_2^+$ e $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ como pares ácido-base conjugados.
- Quando os pares ácido-base não são identificados, os alunos consideram o carácter químico das espécies químicas envolvidas do seguinte modo (Tabela 21):

- a) Carácter químico de H_2SO_4 - Alunos de ambas as escolas dizem ter carácter ácido. Mesmo assim, há alguns alunos, poucos, de ambas as escolas que disseram que tem carácter básico ou neutro.
- “ H_2SO_4 é mesmo um ácido” ($A_{1, 12, 28, 31}$ $E_{pública}$; $A_{1,14, 57, 58}$ $E_{privada}$)
- “ H_2SO_4 é uma base” ($A_{21, A_{22}}$ $E_{pública}$; $A_{15, 55, 60}$ $E_{privada}$)
- “ H_2SO_4 tem carácter neutro” ($A_{13, 18, 27, 30}$ $E_{pública}$).
- b) Carácter químico de HSO_4^- - Alunos de ambas as escolas referem que tem carácter ácido. Em menor frequência alguns alunos dizem que tem carácter neutro ou básico.
- “ HSO_4^- tem carácter ácido” ($A_{7, 11, 23, 26, 28, 43, 46}$ $E_{pública}$; $A_{1, 6, 8, 13, 19}$ $E_{privada}$).
- “ HSO_4^- é uma base” ($A_{2, 27}$ $E_{pública}$; $A_{9, 38, 60}$ $E_{privada}$).
- “ HSO_4^- tem carácter neutro” ($A_{19, 49, 54}$ $E_{pública}$; $A_{14, 55}$ $E_{privada}$)
- c) Carácter químico de $CH_3CH_2OH_2^+$, A maioria dos alunos da escola pública atribuem um carácter ácido, a maioria dos alunos da escola privada um carácter básico
- d) Carácter químico de CH_3CH_2OH – Para a maioria dos alunos das escolas públicas e privado o carácter químico é básico.

Tabela 21 - Carater químico das espécies químicas envolvidas nas reações

Equação química	Espécies Químicas	Escola Pública				Escola Privada			
		Caraterística Química				Caraterística Química			
		Ácido	Base	Neutra	N/R	Ácido	Base	Neutra	N/R
$H_2SO_4 + CH_3CH_2OH \rightarrow HSO_4^- + CH_3CH_2OH_2^+$	H_2SO_4	32	2	4	8	34	6	2	-
	HSO_4^-	27	4	7	8	35	4	3	-
	CH_3CH_2OH	2	30	12	8	6	22	5	-
	$CH_3CH_2OH_2^+$	25	13	6	8	1	27	4	-

Em relação à reação química $H_2S + 2H_2O \rightarrow 2H_3O^+ + S^{2-}$

- a maioria dos alunos de ambas as escolas não identificam todos os pares acido-base apresentados. O par H_2S / S^{2-} é identificado pela maioria dos alunos da escola privada mas por um número reduzido de alunos a escola pública. O par H_3O^+ / H_2O é pouco mencionado pelos alunos de ambas as escolas.
- Quando os pares ácido-base não são identificados, os alunos consideram o carácter químico das espécies químicas envolvidas do seguinte modo (Tabela 21):

- a) Carácter químico de H_2S - Alunos de ambas as escolas afirmam que tem carácter ácido. No entanto, em menor frequência alguns alunos afirmam que tem carácter básico ou neutro.

“ H_2S é um ácido” ($A_{1, 2, 7, 19, 21, 24, 25, 36, 49, 56}$ $E_{\text{pública}}$ e $A_{1, 40, 43, 60}$ E_{privada}).

“ H_2S é uma base” ($A_{18, 23, 28}$ $E_{\text{pública}}$; $A_{13, 42}$ E_{privada}).

“ H_2S é uma substância que tem carácter neutro” ($A_{13, 58}$, $E_{\text{pública}}$; $A_{15, 41}$ E_{privada}).

- b) Carácter químico de S_2^- - Alunos de ambas as escolas consideram que esta espécie determina atribui à solução um carácter neutro. Há outros alunos que consideram que ela funciona como base ou ácido.

“ S_2^- tem carácter ácido” ($A_{4, 5, 21}$ $E_{\text{pública}}$; $A_{14, 36, 49, 57}$ E_{privada}).

“ S_2^- é um ião que tem carácter base” ($A_{1, 2, 3, 18, 30, 36, 59}$ $E_{\text{pública}}$; $A_3, 50$, E_{privada}).

“ S_2^- é um ião que tem carácter neutro” ($A_7, 54$, $E_{\text{pública}}$; $A_2, 19, 58$, E_{privada}).

- c) Carácter químico de H_3O^+ - Alunos, de ambas as escolas, consideram que esta espécie determina o carácter ácido da solução. Embora em menor frequência alguns alunos consideram que a sua presença determina um carácter básico ou neutro.

“ O ião H_3O^+ na solução tem carácter ácido” ($A_{21, 22, 24}$ $E_{\text{pública}}$; $A_{40, 43, 50, 54}$, E_{privada}).

“ H_3O^+ na solução tem carácter base” ($A_{23, 43}$, $E_{\text{pública}}$; $A_{12, 14, 41, 42, 49, 57}$ E_{privada}).

“ H_3O^+ na solução tem carácter neutro” ($A_{19, 25, 26, 49, 54}$, $E_{\text{pública}}$; A_{13} E_{privada}).

- d) Carácter químico de H_2O – Alunos consideram que esta substância tem carácter neutro. No entanto, em menor frequência, alguns alunos atribuem-lhe um carácter ácido ou básico.

“ H_2O é uma substância que tem carácter neutro” (A_7 $E_{\text{pública}}$; A_{54} E_{privada}).

“ H_2O é um ácido” ($A_{3, 4, 9, 10, 21, 22, 23}$ $E_{\text{pública}}$; $A_2, 8, 12, 13, 15, 41$ E_{privada}).

“ H_2O é uma base” ($A_{1, 2, 19, 24, 43, 48, 54, 57}$ $E_{\text{pública}}$; $A_{11, 55, 56, 58, 59, 60}$ E_{privada}).

Tabela 22 - Caráter químico das espécies químicas envolvidas nas reações

Equação química	Espécies Químicas	Escola Pública				Escola Privada			
		Caraterística Química				Caraterística Química			
		Ácido	Base	Neutra	N/R	Ácido	Base	Neutra	N/R
$\text{H}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_3\text{O}^+ + \text{S}^{2-}$	H_2S	29	5	8	8	16	2	2	-
	S_2^-	2	12	28	8	4	3	13	-
	H_3O^+	31	2	11	8	35	6	7	-
	H_2O	9	10	25	8	2	8	38	-

Os resultados sugerem que poucos são os alunos da escola pública e privada que identificam todos os pares ácido-base presentes na reação química. Esta dificuldade pode estar associada ao facto de se encontrarem mais familiares com o modelo de Arrhenius. Para além disso, a água é vista como tendo um carácter químico neutro. Conceção idêntica foi encontrada noutros estudos. Para além disso, parece que para os alunos o carácter químico é visto como absoluto.

A importância que os alunos dão ao modelo de Arrhenius em comparação com os outros modelos parece ser evidenciada no facto de os alunos considerarem que em solução aquosa a espécie química S_2^- atribuir um carácter neutro à solução.

4.2.14. Reação de neutralização

Como se pode constatar pela tabela 23, a maioria dos alunos da escola privada consideram que o pH no ponto de equivalência é maior que sete. Por outro lado, a maioria dos alunos da escola pública, que responderam à questão, consideram que o pH é igual a sete. Embora em número reduzido, alguns alunos de ambas as escolas consideram que o pH no ponto de equivalência é menor que sete. Poucos alunos justificam as suas respostas.

Tabela 23 - pH no ponto de equivalência

Categorias de resposta	Escola Pública (n=60)	Escola Privada (n=60)
O pH no ponto de equivalência		
• é menor que 7	14	2
• é maior que 7	11	35
• é igual a 7	18	11
Não Responde	17	12

As razões dos alunos para o pH no ponto de equivalência ser superior a sete estão relacionadas com a base como substância “dominadora”. Os alunos não explicam o que se passa em termos corpusculares:

“A base forte domina em solução” (A₈, E_{público});

“A base domina o ácido” (A₂₅, E_{privada}).

As razões dos alunos para o pH no ponto de equivalência ser igual a sete devem-se ao facto de considerarem os produtos da reação o sal e água. Estes são, para os alunos, substâncias com carácter químico neutros e por isso o seu pH é igual a sete:

“Uma base forte adiciona-se a um ácido fraco resulta o sal e a água, o pH de sal é igual a 7”(A₁₆, E_{privada});

“Uma base forte reage com um ácido fraco, se produz sal e água, o seu pH é neutro (7)” (A₂₈, E_{pública});

Há alguns alunos de ambas as escolas afirmaram que quando uma base forte se adiciona a um ácido fraco, a solução obtida tem o pH menor a 7. Para os alunos tal é possível porque um ácido fraco ioniza-se completamente pois não tem “capacidade” para manter a sua constituição.

“Ácido fraco libera a sua carga totalmente”(A₁₂, E_{pública});

“ Ácido fraco ioniza-se totalmente” (A₄₄, E_{privada});

Nestas respostas parece estar presente a ideia de ácido forte com ligações intermoleculares fortes (Artdej *et al.*, 2010).

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES, IMPLICAÇÕES E SUGESTÕES

5.1. Introdução

Neste quinto capítulo, para além da introdução (5.1), apresentam-se as conclusões (5.2) da investigação sobre as ideias dos alunos acerca dos ácidos, das bases, do conceito e cálculo do valor de pH e as reações ácido-base. Discutem-se também as implicações dos resultados obtidos para melhorar o ensino e aprendizagem sobre o tema e por fim apresentam-se as sugestões para futuras investigações (5.3).

5.2. Conclusões

Tendo em conta as questões de investigação, este estudo permite tirar conclusões quanto às ideias dos alunos do 12º ano sobre o tema ácido base, sete meses depois de ter sido lecionado. Este estudo também permite comparar o desempenho dos alunos que frequentam o 12º ano das escolas públicas em relação aos alunos das escolas privadas em termos de compreensão do tema ácido-base.

Em relação às ideias dos alunos no tema ácido-base constata-se que muitas das ideias encontradas neste estudo foram também encontradas com alunos do ensino secundário de outros países.

- Quanto às ideias dos alunos sobre ácidos

Neste estudo constatou-se que o conceito de ácido, quando apresentado de modo válido, é feito recorrendo no modelo de Arrhenius. Cross *et al.* (1986) encontrou um resultado semelhante no seu estudo. Constata-se também que a maioria dos alunos apresenta concepções alternativas. As concepções alternativas identificadas sobre ácidos foram: ácidos como uma substância com um pH baixo; ácidos como uma substância com sabor; ácidos como uma solução que muda de cor ou ácidos como uma substância com hidrogénios na sua composição. Também outros autores (Martins, 2000; Nakhleh e Krajcik, 1994; Ross e Munby, 1991) identificaram concepções alternativas semelhantes. Este estudo também permitiu constatar que os alunos não possuem uma definição operacional de ácido e revelou que os alunos têm dificuldades em identificar os comportamentos dos ácidos a nível macroscópico. Esta última

dificuldade poderá explicar por que razão os alunos tem dificuldade em identificar ácidos no seu dia-a-dia.

Os alunos também possuem concepções alternativas sobre os conceitos de ácido forte e ácido fraco. Foram identificadas concepções alternativas semelhantes a outros estudos: “um ácido forte é mais concentrado que um ácido fraco”; “um ácido forte tem maior número de iões H^+ ”; “um ácido forte difere de um ácido fraco no valor do pH” (Artdej *et al*, 2010; Martins, 2000; Quertatani *et al.*, 2007; Sheppard, 2006). Também se encontraram dificuldades nos alunos quando tentam compreender a diferença entre um ácido forte e um ácido fraco em termos corpusculares. Assim, um ácido fraco é associado à presença elevada de iões H^+ na solução; ou uns ácidos fracos apresentam uma rapidez de ionização lenta. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Artdej *et al* (2010).

- Quanto às ideias dos alunos sobre bases

Este estudo permitiu constatar que o conceito de base quando apresentado de modo válido é feito recorrendo maioritariamente ao modelo de Arrhenius. Também Cross *et al* (1986) chegou à mesma conclusão no seu estudo. O estudo revelou ainda que muitos alunos apresentam concepções alternativas. Estas concepções alternativas são semelhantes às encontradas na literatura (por exemplo por Martins, 2000). As concepções alternativas identificadas foram “base como substância com pH igual a sete”; “base como substância escorregadia”; “base como substâncias com sabor amargo”; “base como solução que muda de cor”.

O estudo permitiu constatar que os alunos não possuem uma definição operacional de base e revelam dificuldades em identificar os comportamentos das bases a nível macroscópico. Os alunos também possuem concepções alternativas sobre o conceito de base forte quando são apresentadas representações a nível corpuscular.

- Quanto ao conceito e cálculo do valor de pH

Para explicarem o significado de pH os alunos recorrem ao que se recordam das expressões matemáticas estudadas e referem-se a expressões matemáticas não válidas do ponto de vista científico. Por exemplo: relacionam linearmente o pH com a concentração de H^+/H_3O^+ . Esta dificuldade foi também relatada por McClary e Bretz (2012) e Sheppard (2006). Dada a concentração de uma solução de um ácido forte e uma solução de uma base forte, os alunos revelaram dificuldades em calcular o seu valor de pH.

As principais concepções alternativas dos alunos sobre o conceito de pH são: o “pH é um indicador ácido-base”; “o pH é o carácter químico de uma solução”.

- Quanto às reações ácido-base

A identificação de reações ácido-base é problemática para os alunos quando estas não são compatíveis com o modelo de Arrhenius. Por outro lado, quando são apresentadas aos alunos reações ácido-base, estes tem dificuldades em identificar os pares ácido-base conjugados. Uma das razões para esta dificuldade poderá relacionar-se com o facto de os alunos não terem compreendido bem o modelo de Brownsted-Lowry.

As reações de neutralização não são compreendidas nem o significado de ponto de equivalência.

No que diz respeito ao desempenho dos alunos da escola pública em relação aos alunos da escola privada, os resultados são muito semelhantes. No entanto, em alguns casos, não é assim. Mais alunos das escolas privadas do que públicas consideram ser possível identificar ácidos pelos produtos de reação com bases ou metais tal poderá indicar que realizam algumas destas atividades laboratoriais Também mais alunos da escola privada referem-se ao conceito do pH recorrendo a expressões matemáticas. Embora estas expressões estejam incorretas do ponto de vista científico, este resultado poderá indicar que os alunos da escola privada realizam mais exercícios do que os alunos da escola pública.

5.3. Implicações do estudo e sugestões para futuras investigações

Os resultados parecem surgir a ideia de que as concepções alternativas mais frequentes entre os alunos timorenses sobre ácido e base são baseadas na perceção. Assim, estas parecem ter origem nos sentidos. Noutros estudos, foi apontado que as concepções alternativas dos alunos poderiam resultar da realização de atividades laboratoriais que não foram devidamente exploradas pelos professores na sala de aula (por exemplo, Hand e Treagust, 1989). Como nos novos programas para o ensino da Química no ensino secundário Timorense, e em particular para o ensino do subtema “Equilíbrios ácido-base”, são propostas atividades laboratoriais, parece importante que se alertem os professores para os cuidados que devem ser tidos em conta na sua discussão destas atividades com os alunos. Como recurso para esta discussão pode-se apresentar aos professores as concepções alternativas dos alunos Timorenses e as

conceções alternativas mais comuns a alunos de outros países nos quais se realizam frequentemente atividades laboratoriais.

No novo programa de Química (Ministério da Educação, 2012) é referido que os alunos devem resolver exercícios sobre:

“ - Relações entre as concentrações dos iões $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ (ou H^+) e $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ em soluções ácidas, básicas e neutras;

- pH e concentrações dos iões $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ (ou H^+) e $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ em soluções ácidas, básicas e neutras.” (p.48)

Também na página 49 se sugere que os alunos “resolver exercícios que contemplem”:

“As expressões das constantes de acidez, K_a , e de basicidade, K_b ;

Reações ácido-base segundo a teoria de Bronsted – Lowry;

Pares conjugados de ácido-base.” (p.49)

Os resultados deste estudo sugerem que a realização destes exercícios só deve ser proposta depois de os alunos compreenderem bem os conceitos e os modelos que lhes estão subjacentes. Caso contrário, corre-se o risco de, após o ensino, os alunos apenas ficarem com uma fragmentação das fórmulas matemáticas nas suas memórias. Como os professores de Química timorenses estão habituados a realizar exercícios nas suas aulas, a introdução do novo programa deve alertar os professores para esta questão. Também é importante esclarecer os professores que os dois tempos letivos, referidos no programa, para atividades práticas não podem ser usados em exclusivo para a resolução de exercícios.

Uma das conclusões deste estudo foi que os alunos quando usam um modelo válido para o tema ácido-base utilizam o modelo de Arrhenius. Este modelo apresenta limitações e condiciona a identificação de ácidos, bases, e reações ácido-base. O novo programa de Química parece ter tido em conta este problema, que não é só dos alunos Timorenses (Hawkes, 1992). Este problema poderá estar resolvido no programa pois pede-se aos professores para ensinarem só o modelo de Bronsted-Lowry (Ministério da Educação, 2012).

Esta opção por não dar relevância ao modelo de Arrhenius está de acordo com a opinião de Hawkes (1992) que considera que o modelo de Arrhenius confunde os alunos. Segundo este autor, os alunos devem aprender primeiro o modelo de Bronsted-Lowry,

podendo o modelo de Arrhenius aparecer como uma nota histórica. Este assunto tem implicações para os professores porque estes estão habituados a começar o estudo do tema ácido-base pelo modelo de Arrhenius. Assim, torna-se necessário, que os professores timorenses tomem consciência das limitações que este modelo apresenta na compreensão do tema ácido-base. Também é importante que os professores alterem os exemplos ácidos, bases e de reações ácido-base que usam nas aulas. Um outro cuidado a ter é com a elaboração dos manuais escolares para apoiarem o ensino do tema ácido-base no 12º ano. Devem ser cuidadosos nos exemplos de bases que apresentam, não dando demasiado destaque aos ácidos que apresentam um grupo OH⁻.

Como futuras sugestões, e agora que o programa de Química para o ensino secundário é conhecido (Ministério da Educação, 2012), sugere-se que se analisem as perspetivas dos professores sobre as propostas para o ensino do tema ácido-base e para os conteúdos que vão ser lecionados. Também se poderiam questionar os alunos que já abordaram o tema ácido-base sobre o que pensam acerca deste programa

Uma outra futura investigação poderia ser alargar este estudo a uma amostra representativa da população de alunos Timorenses. Finalmente, antes do programa do ensino secundário de Timor-Leste entrar em vigor poderia fazer-se um estudo piloto, com alguns alunos de algumas escolas escolhidas aleatoriamente e com professores devidamente preparados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso, A. (1999). *Avaliação de uma abordagem construtivista de “ o som e a audição ”: um estudo com alunos do 8º ano de escolaridade*. Dissertação de Mestrado (não publicado), Universidade do Minho.
- Aguilar, M. (2011). *Representações Sociais de alunos secundaristas do Timor-Leste quanto à dimensão escolar da Química*. Dissertação de Mestrado (não publicado), Universidade de São Paulo, Instituto de Física, de Química e de Biociências Faculdade da Educação.
- Artdej, M. *et al* (2010). Thai Grade 11 students’ alternative conceptions for acid-base chemistry. *Research in Science & Technology Education*, 28 (2), 167-183.
- Barke, H. D., Harsch, G. and Schmid, S. (2012). *Essential of Chemistry Education*. Springer: New York.
- Bardin, L. (1997). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70
- Cachapuz, A. *et al* (2002). *Ciência, educação em ciências e ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Cokelez, A. (2010). A Comparative Study of French and Turkish Students (grades 11-12) Ideas on Acid – Base Reactions. *Journal of Chemical Education*, 87 (1) 102-106.
- Cross *et al* (1986). Conceptions of first-year university students of the constituents of matter and the notions of acids and bases. *European Journal of Science Education*, 8(3), 305-336
- Drechsler, M. and Schmidt, H.J. (2005). Textbooks and teacher understanding of acid-base models used in chemistry teaching. *Chemistry Research and Practice*, 6, 19-35.
- Erduran, S. (2003). Examining the mismatch between pupil and teacher knowledge in acid-base chemistry. *School Science Review*, 84 (308).
- Furió Mas, *et al* (2005). How are the concepts and theories of acid-base presented? Chemistry in textbooks and presented by teachers. *International Journal of Science Education*, 27, 1337- 1358.
- Furió Mas, *et al* (2007). Comprenden los estudiantes de 2º de bachillerato el comportamiento ácido-base de las sustancias. Análisis de las dificultades de aprendizaje. *Tecné, Episteme y Didaxis*. (22). 49-66.

- Freitas, J. (2011). Statement Minister of Education Democratic Republic of Timor-Leste Presented at 36th Session of UNESCO General Conference, Paris, 25 October - 10 November 2011.
- Gabinete do Primeiro Ministro RDTL (2010). *Timor-Leste, Plano Estratégico de Desenvolvimento 2011-2030*, Díli. Disponível em http://planipolis.iiep.unesco.org/upload/TimorLeste/TimorLeste_Plano_Developme nto_Estrategico_2011-2030.pdf (acedido em 15-10-2011).
- Gouveia e Valadares (2004). A aprendizagem em ambientes construtivistas: uma pesquisa relacionada com o tema ácido e base. *Investigações em Ensino de Ciências*, 9 (2), 199-220
- Hand & Treagust (1988). Application of a conceptual conflict teaching strategy to enhance student learning of acids and bases. *Research in Science Education*, (18), 53-63.
- Hawkes, S.J. (1992). Arrhenius confuses students. *Journal of Chemical Education*, 67 (7), 542-543.
- Hill, M. & Hill, A. (2002; 2009). *Investigação por questionnaires*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Hodson & Hodson (1998). From constructivism to social constructivism: A Vygotskian perspective on teaching and learning science. *School Science Review*, 79 (289): 33-41.
- Lei de Bases da Educação (2008). *Journal da República*, 1 (40), 2641-2657.
- Leite, L. (2000). As Atividades Laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In Sequeira, M. *et al.* (org). *Trabalho prático e experimental na Educação em Ciências*. Universidade do Minho, 91-124.
- Martins, M. (2000). *Facilitando a Construção do Conhecimento científico o Tema Ácido e Base*. Tese Mestrado (não publicado) Universidade do Minho.
- Martins *et al* (2011). Projecto “ Reestruturação Curricular do Ensino Secundário Geral em Timor-Leste. *Plano Curricular do Ensino Secundário Geral*.
- McClary, L.M. e Bretz, S.L. (2010). Development and Assessment of a Diagnostic Tool to Identify Organic Chemistry Students’ Alternative Conceptions Related to Acid Strength. *International Journal of Science Education*,
- Mcmillan, J. & Schumacher, S. (2006). *Research in Education Evidence-Based Inquiry*. New York: Pearson Education, Inc.

- McMillan, J. & Schumacher, S. (2001). *Research in education: A conceptual introduction* (5th Ed.). New York, NY: Longman.
- Ministério da Educação RDTL (2003). *Política Nacional da Educação 2005-2009*. Díli.
- Ministério da Educação RDTL (2010). *Reforma curricular do Ensino Básico Princípios Orientadores e Plano de Desenvolvimento*. Díli.
- Ministério da Educação RDTL (2012). *Reforma Curricular do Ensino Secundário Geral de Timor-Leste*. Díli.
- Miras, M. (2001). Um ponto de partida para a aprendizagem de novos conteúdos: os conhecimentos prévios, in C. Coll, E. Martin, T. Mauri, M. Miras, J. onrubia, I. Sole e A. Zabada (eds.). *O construtivismo na sala de aula: Novas perspetivas para a ação pedagógica*, 54-72. Porto: Edições ASA.
- Nakhleh, M. & Krajcik, J. s. (1994). Influence of levels of information as presented by different technologies on student's understandings of acid and bases. *International Journal of Science Education*. 13 (1), 11-23.
- Nicolai, S. (2004). *Learning independence education in emergency and transition in Timor-Leste since 1999*. Unesco: International Institute for education planning. Disponíveis em <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001362/136277e.pdf> (Acedido em 6 de Setembro de 2012)
- Oversby, J. (2000). Models in explanations chemistry: the case of acidity, In J. K. Gilbert and C. J. Boulter (Eds.), *Developing models in science education*, 227-251, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Pacheco, J. et al (2009). Projecto de Desenvolvimento do Currículo do 3º ciclo Educação Básica em Timor-Leste (CEB3-TL) - [Agreement UNICEF/Universidade do Minho SSA/IDSM/2009/00000315-0]. *Plano Curricular do 3º Ciclo do Ensino Básico e Estratégia de Implementação*.
- Perez & Carrascosa (1985). Science Learning as conceptual and methodological change. *European Journal of Science Education*. London. 7 (3), 231-236.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. and Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: towards theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.

- Quertatani, L., Dumon, A., Trabelsi, M. A. and Soudani, M. (2005). Acids and Bases: Appropriation of the Arrhenius model by Tunisian grade 10 students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5, 483-506.
- Ross, B. & Munby, H. (1991). Concept mapping and misconceptions: a study of high-school students' understanding of acids and bases. *International Journal of Science Education*, 13, (1), 11-23.
- Santos, M. E. (1998). *Mudança conceptual na sala de aula. Um desafio pedagógico epistemologicamente*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Sheppard, K (1997). A Qualitative study of high school students' Pre- and Post-instructional conceptions in acid-base chemistry. Unpublished doctoral dissertation, Teachers College, Columbia University, New York.
- Sheppard, K. (2006). High school students' understanding of titration and related acid-base phenomena. *Chemistry Education Research and Practice*, 7 (1), 32-45.
- Soares, T. (2011). *As Actividades Laboratoriais no Ensino de Ciências em Timor-Leste: Uma investigação centrada nas percepções de autoridades educativas e de professores de Ciência Físico-Naturais*. Tese de Mestrado (não publicado), Universidade do Minho.
- Tavares, M. (2003). *Reacção de Ácido e Base no 10º ano de Escolaridade: Um Estudo de Orientação CTS*. Tese de Mestrado (Não publicado). Universidade do Minho.
- Toplis, R. (1998). Ideas about acids and alkalis. *School Science Review*, 80 (291) 67-70.
- Vidyapati, T.J e Seetharamappa, J. (1995). Higher secondary school students' concepts of acids and bases. *School Science Review*, 77 (278), 82-84.

ANEXOS

ANEXO 1
QUESTIONÁRIO

Com este questionário pretende-se conhecer as suas ideias sobre ácido e base. As suas respostas não são para o avaliar mas são importantes para melhorar o ensino-aprendizagem da Química. Agradeço, por isso, que responda às questões que se seguem, individualmente, e de modo mais completo possível. Procure não deixar nenhuma pergunta sem resposta.

Obrigado!

Indica a tua idade _____

1. O que é um ácido?

2. Dê quatro exemplos de ácidos que podemos encontrar no dia-a-dia.

a. _____ c. _____
b. _____ d. _____

3. Quais são as propriedades dos ácidos

4. Em sua opinião, existe alguma diferença entre um ácido forte e um ácido fraco?

Sim, indique qual a diferença _____

Não, explique porquê. _____

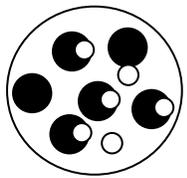
5. O que é o pH de uma solução? _____

6. Explique como funciona um indicador ácido-base

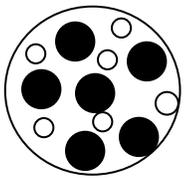
7. Imagine que conseguia ver o ácido fraco HZ quando este se encontra em solução aquosa. Qual o esquema (esquema 1 ou esquema 2), que melhor representa esse ácido em solução aquosa? Se considerar que há outra forma melhor de representar o ácido, desenhe-o no esquema. Considere que o volume da solução representada é o mesmo nos três esquemas.

Legenda:

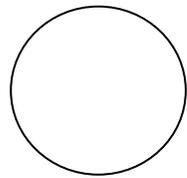




__ Esquema 1



__ Esquema 2



__ Outro, faça o desenho

Justifique a sua escolha

8. Assinale com um X o valor do pH das soluções aquosas de ácido clorídrico (HCl) e de hidróxido de sódio (NaHO) com a concentração de $10^{-8}M$

Valor de pH	HCl	NaHO
Muito inferior a 7		
Ligeiramente inferior a 7		
Igual a 7		
Ligeiramente superior a 7		
Igual a 8		
Superior a 8		

Justifique a sua escolha no caso do:

- HCl _____
-
-

• NaHO _____

9. No contexto da Química, o que é uma base? _____

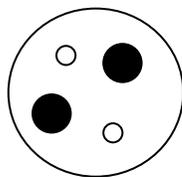
10. Dê quatro exemplos de bases que podemos encontrar no dia-a-dia.

a. _____ c. _____
b. _____ d. _____

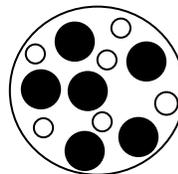
11 Indique as propriedades que conhece das bases _____

12. Imagine conseguia ver a base LOH em duas soluções aquosas (esquema 2 e esquema 3). Considere que o volume da solução representada é o mesmo nos dois esquemas.

Legenda: ●○ = LOH ● = L ○ = OH⁻



Esquema 2



Esquema 3

12.1. A base LOH é:

- uma base forte
- uma base fraca
- mais forte no esquema 2 do que no esquema 3
- mais forte no esquema 3 do que no esquema 2

Justifique a sua opção _____

12.2. A concentração das soluções de LOH:

- é igual no esquema 2 e no esquema 3
- é maior no esquema 2 do que no esquema 3
- é maior no esquema 3 do que no esquema 2

Justifique a sua escolha _____

12.3.O pH:

- das soluções 2 e 3 são iguais
- da solução 2 é maior que o pH da solução 3
- da solução 2 é menor que o pH da solução 3

Justifique a sua escolha _____

13. Imagine que se colocam em contacto as seguintes substâncias:

- A) cloreto de sódio (NaCl) e água (H₂O)
- B) amoníaco (NH₃) e água (H₂O)
- C) ácido clorídrico (HCl) e água (H₂O)
- d) dióxido de carbono (CO₂) e água (H₂O)

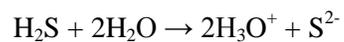
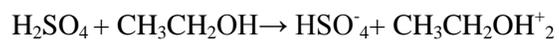
13.1. Em alguns dos casos ocorreu uma reacção ácido-base:

- Sim, indique em que caso (s) _____

Escreva as equações químicas que traduzem as reacções ácido-base identificadas

- Não, explique porquê _____
- _____
- _____
- _____

14. Considere as seguintes reações ácido-base e preencha a tabela abaixo indicada



Espécie química	Carácter químico			Justificação
	ácido	base	neutra	
H ₂ SO ₄				
CH ₃ CH ₂ OH				
HSO ₄ ⁻				
CH ₃ CH ₂ OH ₂ ⁺				
H ₂ S				
H ₂ O				
H ₃ O ⁺				
S ²⁻				

15. Adicionou-se a uma base forte um ácido fraco. O pH da solução obtida no ponto de equivalência:

é menor que 7

é maior que 7

é igual a 7

Justifique a sua escolha _____

ANEXO 2

Elementos a incluírem nas respostas ao questionário de modo a que as respostas possam ser inseridas na categoria “válida”

Questão 1.

- Os alunos devem apresentar uma definição segundo Arrhenius, definição segundo Bronsted-Lowry, ou definição segundo Lewis.

Questão 2.

- Devem apresentar exemplos de produtos com carácter ácido. Alguns exemplos são vinagre, vinho, suco gástrico, frutos, tais como laranjas e limões.

Questão 3.

- Os alunos devem indicar as propriedades que estudaram nas aulas: por exemplo, reagem com alguns metais produzindo hidrogénio, são bons condutores da eletricidade, reagem com as bases, tem pH inferior a 7 a 25°C.

Questão 4.

- O aluno deve assinalar a resposta sim e justificar usando um dos modelos: Arrhenius, Bronsted-Lowry, ou Lewis.

Questão 5.

- Nas suas respostas os alunos devem indicar que o pH é o logaritmo do inverso da concentração hidrogenóica da solução.

Questão 6.

- Nas suas respostas os alunos devem indicar que um indicador ácido-base é um ácido ou base orgânica fracos apresentando cores diferentes na forma protonada e não protonada.

Questão 7.

- Os alunos devem assinalar o esquema 1 e referir a relação entre força de um ácido e o seu grau de dissociação em solução.

Questão 8.

- Os alunos nos seus cálculos devem relacionar a concentração de HCl com a concentração de H^+ tendo em conta que HCl é um ácido forte e que, portanto, se ioniza completamente. Deve ainda ter em conta a concentração de íons H^+ contidos na água. Aplicar a definição de pH para calcular o seu valor.

Questão 9.

- Os alunos devem apresentar uma segunda definição segundo Arrhenius, definição segundo Bronsted-Lowry, ou definição segundo Lewis.

Questão 10.

- Devem apresentar exemplos de produtos com carácter básico. Alguns exemplos são produtos de limpeza (por exemplo, limpa vidros, sabão), de higiene pessoal (por exemplo, pasta dos dentes), alguns medicamentos (por exemplo, antiácidos)

Questão 11.

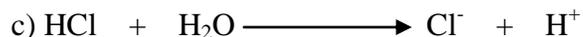
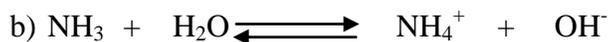
- Os alunos devem apresentar as propriedades que estudaram nas aulas. Por exemplo: bons condutores da eletricidade, reagem com o ácido, tem pH maior a 7 a 25°C

Questão 12.

- Questão 12.1 – os alunos devem considerar que a base LOH é uma base forte e devem relacionar a força da base com o seu grau de dissociação.
- Questão 12.2 – Os alunos devem considerar que a concentração da solução é maior no esquema 3 do que no esquema 2. Devem relacionar a concentração com a quantidade de partículas de soluto em solução.
- Questão 12.3 – Os alunos devem referir que o pH da solução 2 é menor que o pH da solução 3. Devem relacionar qualitativamente o pH com a concentração de íons H^+

Questão 13.

- Os alunos devem referir que ocorrem reações ácido-base nos casos b, c e d e devem escrever as respetivas reações químicas do seguinte modo:



Devem ainda referir que no caso a) não ocorre reação pois trata-se da dissolução de um sal em água.

Questão 14.

Os alunos devem completar a tabela do seguinte modo

Espécie química	Caráter químico			Aspetos a referir na justificação
	Ácido	Base	Neutro	
H ₂ SO ₄	V			Mencionar o modelo de Bronsted-Lowry e indicar os pares ácidos bases conjugados em cada caso: <ul style="list-style-type: none"> H₂SO₄ / H₂SO₄⁻ e CH₃CH₂OH / CH₃CH₂OH₂⁺ H₂S / S²⁻ e H₂O / H₃O⁺
CH ₃ CH ₂ OH		V		
H ₂ SO ₄ ⁻		V		
CH ₃ CH ₂ OH ₂ ⁺	V			
H ₂ S	V			
H ₂ O		V		
H ₃ O ⁺	V			
S ²⁻		V		

Questão 15.

- Na resposta deve ser referido que o pH da solução obtida no ponto de equivalência será maior que 7. Devem mencionar que se trata de uma reação entre uma base forte e um ácido fraco. Apresentar uma explicação corpuscular da reação.