

目 錄

中文摘要	i
英文摘要	ii
誌謝	iv
目錄	v
圖目錄	vi
表目錄	vii
第一章 緒論	1
1.1 研究動機	1
1.2 研究目的	2
1.3 待答問題	4
1.4 研究限制	5
1.5 名詞釋義	6
第二章 文獻探討	7
2.1 問題導向學習的理論與應用	7
2.2 學生問題解決能力探討	18
第三章 研究方法	27
3.1 研究對象	27
3.2 研究設計	28
3.3 研究流程	30
3.4 研究工具	34
3.5 資料處理	52
第四章 研究結果與分析	53
4.1 學習歷程	53
4.2 自然科學態度量表分析	62
4.3 結構化問題解決能力分析	69
4.4 非結構性問題解決能力分析	76
第五章 結論與建議	87
5.1 研究結論	87
5.2 研究建議	94
參考文獻	97
附錄	
附錄一 浮力另有概念雙層式測驗正式試題	103
附錄二 國中學生自然科學問題解決能力測驗	119
附錄三 網路雙層式診斷系統介紹	125
附錄四 浮沉子製作參考資料	137

圖 目 錄

圖 2-1 問題導向學習進行流程（資料來源：F. Forsythe，2002）	11
圖 3-1 研究流程圖	31
圖 3-2 雙S型男女交插常態分組示意圖	33
圖 3-3 改良式雙層式診斷測驗模式示意圖	35
圖 3-4 自然科學態度量表網路程式系統流程圖	43
圖 3-5 新增試題管理畫面	45
圖 3-6 答題時間記錄畫面	45
圖 3-7 雙層式網路施測工具測驗流程圖	46
圖 3-8 受試者登入畫面	49
圖 3-9 試題及第一層選項畫面	49
圖 3-10 第二層選項畫面	50
圖 3-11 系統管理畫面	50
圖 3-12 使用者帳號新增/管理介面	51
圖 3-13 測驗歷程統計畫面	51



表 目 錄

表 2-1 PBL 訪查表。	12
表 2-2 與問題導向學習相關的研究摘要	16
表 2-2 與問題導向學習相關的研究摘要 (續)	17
表 2-3 中外學者對問題的定義	18
表 2-3 中外學者對問題的定義(續)	19
表 2-4 各種問題解決能力評量工具表	26
表 3-1 教學分組人數及有效受測人數統計表	27
表 3-2 實驗組與對照組學生在自然與生活科技學科成績差異	28
表 3-3 實驗組與對照組教學流程比較表	29
表 3-4 研究進行階段資料	30
表 3-5 半結構性雙層式浮力另有概念問卷試測階段學生背景	36
表 3-6 雙層式浮力另有概念問卷試測階段學生背景	36
表 3-7 雙層式浮力另有概念問卷重測信度摘要表	36
表 3-8 自然科學態度量表各分量表題數及代號說明表	37
表 3-9 ATBS 與自然科學態度量表題號及各向度對應表	38
表 3-9 ATBS 與自然科學態度量表題號及各向度對應表(續)	39
表 3-10 自然科學問題解決能力問卷預試階段學生背景資料	40
表 3-11 自然科學問題解決能力問卷第二次預試階段學生背景資料	40
表 3-12 『國中學生自然科學問題解決能力問卷』重測信度摘要表	41
表 3-13 網路施測程式與傳統紙筆填答方式比較表	42
表 3-14 網路施測程式功能比較表	47
表 3-14 網路施測程式功能比較表(續)	48
表 4-1 實驗組與對照組在自然科學態度量表前測成績的差異	62
表 4-2 對照組在自然科學態度量表前後測成績差異	63
表 4-3 實驗組在自然科學態度量表前後測成績差異	64
表 4-4 實驗組與對照組在『自然科學態度量表』及各向度測驗後測調整平均數	65
表 4-5 自然科學態度量表總分及各向度得分組內迴歸係數同質性考驗摘要表	66
表 4-6 『對自然科學的態度』向度共變數分析摘要表	66
表 4-7 『對學習自然科學的態度』向度共變數分析摘要表	67
表 4-8 『對參與自然科學探討活動的態度』向度共變數分析摘要表	67
表 4-9 『對自然科學家和自然科學相關生涯的態度』向度共變數分析摘要表	68
表 4-10 『自然科學態度量表』共變數分析摘要表	68
表 4-11 實驗組與對照組在浮力另有概念雙層式測驗前測差異	70
表 4-12 對照組在浮力另有概念網路雙層式問卷前後測成績差異	70
表 4-13 實驗組在浮力另有概念網路雙層式問卷前後測成績差異	71
表 4-14 實驗組與對照組在『浮力另有概念』總分及各層測驗得分後測調整平均數	72

表 4-15	浮力另有概念總分及各層次得分組內迴歸係數同質性考驗摘要表	72
表 4-16	『浮力另有概念』第一層選項得分共變數分析摘要表	72
表 4-17	『浮力另有概念』第二層選項共變數分析摘要表	73
表 4-18	『浮力另有概念』第二層選項成對比較摘要表	73
表 4-19	『浮力另有概念』共變數分析摘要表	74
表 4-20	『浮力另有概念』成對比較摘要表	74
表 4-21	實驗組與對照組在『浮力另有概念』後測調整平均數	74
表 4-22	浮力另有概念總分組內迴歸係數同質性考驗摘要表	74
表 4-23	『浮力另有概念』共變數分析摘要表	75
表 4-24	結構性問題解決能力實驗結果一覽表	75
表 4-25	實驗組與對照組在自然科學問題解決能力前測成績的差異	77
表 4-26	對照組在自然科學問題解決能力測驗前後測成績差異	77
表 4-27	實驗組在自然科學問題解決能力測驗前後測成績差異	78
表 4-28	實驗組與對照組在『自然科學問題解決能力』及各向度測驗後測調整平均數	79
表 4-29	自然科學態度量表總分及各向度得分組內迴歸係數同質性考驗摘要表	80
表 4-30	『問題察覺』向度共變數分析摘要表	80
表 4-31	『問題察覺』成對比較摘要表	81
表 4-32	『問題再定義』向度共變數分析摘要表	81
表 4-33	『原因推測』向度共變數分析摘要表	82
表 4-34	『提出想法』向度共變數分析摘要表	82
表 4-35	『提出想法』成對比較摘要表	82
表 4-36	『尋求最佳方案』向度共變數分析摘要表	83
表 4-37	『尋求最佳方案』成對比較摘要表	83
表 4-38	『自然科學問題解決能力測驗』整體得分共變數分析摘要表	84
表 4-39	『自然科學問題解決能力測驗』成對比較摘要表	84
表 4-40	實驗組與對照組在『自然科學問題解決能力』後測調整平均數	85
表 4-41	自然科學問題解決能力總分組內迴歸係數同質性考驗摘要表	85
表 4-42	『自然科學問題解決能力』共變數分析摘要表	85
表 4-43	自然科學問題解決能力實驗結果一覽表	86

『問題導向學習』與『傳統主題教學』 在國中自然科學問題解決能力之比較研究

第一章 緒論

本研究主要在探討『問題導向學習』與『傳統主題教學』對培養國中學生有關自然科學問題解決能力的影響，本章主要分為五節，分別為（一）、研究動機、（二）研究目的、（三）待答問題、（四）研究限制及、（五）名詞釋義，詳述如下。

1.1 研究動機

在日常生活中，每天似乎總有解決不完的問題等著我們。小的問題如：今天的天氣該穿什麼樣的衣服、母親節該送怎樣的禮物；大的問題如：如何提升學生的學科成績、時間該如何分配才恰當。隨著社會環境的快速進步，所要面對的問題也越來越多。但在現今的教育環境中，『問題解決能力』的培養似乎未見多所著墨；這些教師們在課堂上口沫橫飛講述的『知識』，真的足夠讓學生去應付未來生活上所遭遇的問題嗎？學生們在接受學校教育後，除了『知識』還能得到那些能力呢？這應該是教育工作者另一個值得深思的『問題』。

社會環境的快速變遷，使得學校教育也產生了重大變革，傳統的教學方式所傳授的知識，無法提供學生面對未來生活所需的能力，因此近幾年來，世界各國均大幅進行教育改革；除了歐美各國，亞洲地區的國家也大力推動教育改革，期望能培育出更具競爭力的下一代。日本於 1998 年所完成的新課程標準，在科學教育課程方面強調科學學習能力的培養，如科學創造力、問題解決能力以及科學態度、科學觀點與思考能力的培養（邱美虹，2000）。

而臺灣在這一波教改洪流中，課程方面也有所改革，教育部在 1998 年 9 月頒布的國民教育階段九年一貫課程總綱綱要，除了要讓學生學得知識外，其中特別強調要培養學生『能帶得走的能力』，故在綱要中明白揭示了『了解自我與發展潛能』、『欣賞、表現與創新』、『生涯規劃與終身學習』、『表達、溝通與分享』、『尊重、關懷與團隊合作』、『文化學習與國際瞭解』、『規劃、組織與實踐』、『運用科技與資訊』、『主動探索與研究』及『獨立思考與解決問題』等，為國民教育階段十大基本能力（教育部，1998）。

不論從世界各國教改潮流或是臺灣目前教育現況來看，學生問題解決能力的培養，均是一個相當重要的教育議題。但是光只有改革課程內容是不夠的，教師的教學策略必須同時加以變革和創新，才能真正達到教改的目標（張民杰，2002）。因此如何選擇一個合適的教學策略，讓學生能夠在愉悅的學習環境中，主動進行有意義的學習及培養面對未來生活的問題解決能力，便成為教育工作者必須面對的另一個問題。



1.2 研究目的

有關提升學生問題解決能力的教學策略有許多，其中以『問題導向學習』（Problem-Based Learning，簡稱 PBL）最能符合目前九年一貫的教學目標。『問題導向學習』最早被應用在醫學教育中，主要目的在使醫學院學生除了具備專業知識外，同時也要有能力運用知識去評估及照顧病患的健康問題，提升醫學院學生在未來臨床醫療工作上的問題解決能力（Barrows，1985），後來逐漸推廣應用到各領域中成為一種提升問題解決的教學策略。『問題導向學習』具有下列特點（邱漢東，2003；王千偉，2001；Greenwald，2000）：

- (1) 以真實生活中可能遭遇的情境問題為學習起點。
- (2) 學習內容架構以問題為主軸。

- (3) 學習多以小組合作學習方式進行。
- (4) 學生及教師角色定位改變，學生為學習主體，教師為資源提供者。
- (5) 學習成效的評量必需是多元化的。

由此可知，『問題導向學習』教學策略除了注重學生問題解決能力的提升外，透過小組討論的過程，學習者也能同時學習『意見表達』、『溝通協調』、『尊重與分享』、『主動學習』、『組織實踐』等多元能力；學習者除了學科知識的獲得外，同時也學會了獨立思考及研究的方法，培養如何在團體中欣賞他人意見、樂於與他人分享資訊、虛心接受他人對自我意見的批評與建議等態度與能力。

在傳統的主題式教學策略中，教師依照課本主題進行知識傳授，學生在教師細心營造的學習情境下進行所謂的學習活動。學習內容則為架構良好的課程內容，學生僅需依照教師安排的課程順序，被動的接受教師傳達的知識即可達到學習的目的。這樣的學習方式除了可以幫助學生通過一次次的考試之外，對於學生在面對未來真實生活情境問題的解決能力能否有所助益，則是另一個值得思考的問題。

因此為了探討不同教學法對培養學生問題解決能力的成效，本研究的目的為：透過準實驗設計的方式，將『問題導向學習』對問題解決能力的影響與『傳統主題教學』法做一比較，並進一步瞭解學生的自然科學態度是否會對問題解決能力造成影響。

1.3 待答問題

本研究主要目的是在探討：若以「問題導向學習」與「傳統主題式教學」作為教學策略時，對增進學生問題解決能力方面究竟有何差異。故本研究有以下幾個待答問題：

- (1) 經過不同教學法後，接受『問題導向學習』的學生在『多元智能』的獲得上是否與傳統教學法有所不同？
- (2) 經過不同教學法後，接受『問題導向學習』的學生在『自然科學態度』上是否會有顯著進步？
- (3) 經過不同教學法後，接受『問題導向學習』的學生在『結構性問題解決能力』上是否會有顯著進步？
- (4) 經過不同教學法後，接受『問題導向學習』的學生在『非結構性問題解決能力』上是否會有顯著進步？
- (5) 排除『自然科學態度』成績後，接受『問題導向學習』的學生在『結構性問題解決能力』上是否會有顯著進步？
- (6) 排除『自然科學態度』成績後，接受『問題導向學習』的學生在『非結構性問題解決能力』上是否會有顯著進步？

1.4 研究限制

本研究之研究範圍與限制有以下三點：

- (一) 本研究以『浮沉子製作』為教學內容來探討學生在自然科學方面的問題解決能力是否提升，因此研究結果不一定可以推論至其它科目、單元或其它能力。
- (二) 研究對象為大台北都會區之八年級學生，因此經由分析所得之統計結果未必能代表所有地區或是所有學生。
- (三) 『問題導向學習』教學活動須採分組討論方式進行，受限於人力、時間及教學現況等限制，因此只能以小樣本進行研究，為本研究的限制。



1.5 名詞釋義

茲將本研究中幾個重要名詞加以解釋說明，以避免混淆，分別說明如下。

- (1) 問題導向學習(Problem-based learning)：在本研究中定義為教師透過真實生活的情境問題與學生生活經驗相結合，引起學生主動探索問題的學習動機、增進學生的創造思考能力、同時培養學生獨立思考研究、分析批判和推理溝通的技能，及建構解決問題所需的技巧和思維能力，並透過小組合作學習擴大學生的視野，培養互助合作的精神，更可藉由群體討論的過程中，讓學生突破個人學習的極限的學習方式。(Corderio & Campbell, 1995, 引自王千倬, 2001; 邱漢東, 2003)
- (2) 結構性問題：在本研究中定義為清楚的問題型態，結構性問題的解決方法有規則可循。
- (3) 非結構性問題：在本研究中定義為不是結構性問題的其他問題，均屬於非結構性問題。
- (4) 問題解決能力測驗：在本研究中定義的問題解決能力測驗，包含兩個部份：『結構性問題解決能力測驗』與『非結構性問題解決能力測驗』；用來做為評量學生經過教學介入後，在結構性問題與非結構性問題解決能力的工具。

第二章 文獻探討

本研究在探討學生經過『問題導向學習』與『傳統主題教學』兩種教學模式後，在『自然科學問題解決能力』上是否會有差異。本章針對（一）、問題導向學習的理論與應用及（二）、問題解決能力兩個主題來討論。

2.1 問題導向學習的理論與應用

本節分別就『問題導向學習的起源與推廣』、『特點』、『實行方式』、『在科學教育上的意義』與『其它相關研究』等方面來探討。

2.1.1 問題導向學習的起源與推廣



『問題導向學習』的概念最早可以追溯到杜威（Dewey）的教育信念：教師應該引出學生探究與創造的自然本能，同時他也認為學生的生活經驗，可以做為教師調整課程的依據，以設計出能夠讓學生感興趣，同時積極主動參與的課程（Delisle, 1997）。

最早問題導向學習(Problem-based learning)的應用是在醫學教育上，於1963年由加拿大安大略省的麥克馬斯特大學（McMaster university）醫學系教授貝羅斯（H. S. Barrows）替醫學系學生所設計，目的在訓練醫學院學生如何解決醫學問題。貝羅斯覺得傳統的醫學教育只要求學生死背基本醫學知識用來應付考試，但是這種方式無法培養出能真正面對臨床病例的醫生，甚至很快的將強記得來的知識忘記，再加上醫學知識的高度專業性及醫學快速成長及更新的特徵，醫生本身除了必須具備專業知識外同時也要有運用知識的能力，包括有效運用知識去評估及照顧病患的健康問題，以及有能力擴展、增進知識和對未來必須面對的問題提供適當照料（Barrows, 1985）。

這樣的教學策略在醫學教育中獲得相當大的迴響，1970 年代新設立的醫學院，如荷蘭的 Marrstricht 醫學院、澳洲的 Newcastle 大學醫學院、美國的 New Mexico、哈佛等學校也相繼採用問題導向學習法來進行教學，之後也逐漸推廣到世界各國如：歐洲、亞洲、澳洲等國家。目前臺灣各大學的醫學院中也有許多採用問題導向學習法的教學實例。

將 PBL 應用推廣於中小學教學肇始於阿拉巴馬大學的 Bioprep Program (the BioPrep Program at the University Alabama)，該計畫將原本用在醫學教育的 PBL 課程應用於中學生物課程，並且吸引貝羅斯為阿拉巴馬州的高中二、三年設計解剖/生理課程，透過該計畫的實行成果發現，問題導向學習的確可以改善學生的科學表現；因為 PBL 的推行使得阿拉巴馬州的部份高中加入梅西基金會 (The Macy Foundation) 透過與基金會的合作，學校之間得以組織起來，同時透過基金會經費的支持，學校間可以安排課程、彼此訓練 (Delisle, 1997)。

VIE (Ventures In Education) 一個非營利的團體，也是讓 PBL 在中小學快速推展的一個團體，他們協助學校訓練教師如何使用 PBL 的教學方式，使得有更多人了解這樣的教學策略，同時 VIE 也努力的把 PBL 推廣到全美的中小學，並鼓勵學校在其它課程也使用問題導向學習法來進行教學活動，至此問題導向學習法才開始廣被中小學應用 (Delisle, 1997)。

2.1.2 問題導向學習的特色

問題導向學習法發展至今已經被廣泛的應用在不同學習階層的各領域學習過程中，因此在定義上和 Barrows 最早所提出來的問題導向學習法多少會有些許的差異。但整體來說，問題導向學習均具有以下特色 (邱漢東, 2003; 王千倬, 2001; Greenwald, 2000):

- (1) 以真實生活中可能遭遇的情境問題為學習起點。
- (2) 學習內容架構以問題為主軸。
- (3) 學習多以小組合作學習方式進行。
- (4) 學生及教師角色定位改變，教師所扮演的角色為資源提供者、引導者及後設認知學習技巧的教練；學生為學習的中心且必須為自己的學習負起責任。
- (5) 學習成效的評量必需是多元化的。

由此可知，『問題導向學習』是一種挑戰學生『學會學習』(learning to learn)的學習方式(林清山，2002)；學生從問題解決的過程中透過小組同儕討論、分享的歷程，激發出批判及創造性思考的能力；問題導向學習除了重視學科專業知識的獲得以外，另一個重點是各種能力的學習，包含時間管理、團體合作、獨立學習、決策能力、溝通能力及問題解決等能力(Forsythe，2002)。

教育部(1998)於九年一貫課程『自然科學與生活科技』的課程目標中提及：

- (1) 培養探索科學的興趣與熱忱，並養成主動學習的習慣。
- (2) 學習科學探究方法及認知基本科學知識，並能應用所學於日常生活。
- (3) 培養擷取及應用資訊的能力，與人溝通以擴展視野。
- (4) 培養能運用工具、設備，動手實做的能力和習慣。
- (5) 培養與人溝通表達、團隊合作以及和協相處的能力。
- (6) 培養獨立思考、解決問題的能力，並激發創造潛能。

這些課程目標所要培養的能力，在傳統教學中比較難獲得全面性的達成；但在『問題導向學習』的環境中，學生在學習的過程中，同時也達成了這些能力的培養；因此在推動教育改革的今天，『問題導向學習』或許是另一個值得嘗試的教學方式。

2.1.3 問題導向學習的優點

『問題導向學習』以不同於傳統主題教學的方式來進行學習的過程，以學習科學為例，在傳統教學環境中，學生先學習知識內容，再做實驗，實驗的目的只是求得與課本理論相同的結果，同時探究的實驗不一定與生活有密切的相關；在問題導向的學習環境中，以真實生活中的科學相關問題引發學生對學習科學的興趣，使學生主動從問題中進行探索，在透過與同儕合作分享的過程，達成學習的目的（王千倬，2001；Greenwald，2000）。

以下整理各學者（Joseph，1999；郭裕芳，2003），所提出有關問題導向學習的優點：

- 
- (1) 提升學習動機：真實情境問題與學生生活有密切相關，較易引起學生學習動機。
 - (2) 有意義的學習：透過合作討論與人分享的過程，主動進行有意義的學習。
 - (3) 培養高層次思考能力：透過問題導向學習的討論及與人分享的過程，學生可以培養對問題內容批判思考、創造性思考及知識整合能力。
 - (4) 養成自主學習習慣：透過問題導向學習的過程，學生不單只是學會學科知識，同時也學會如何面對生活中真實情境問題的解決方法，可以使學生具備終生學習的能力。

2.1.4 問題導向學習的實行方式

『問題導向學習』因為教學內容、環境及對象的差別，教師通常會對其施行方式做不同程度的修改，因此在實行上有各種不同的方式，Forsythe (2002) 提出的問題導向學習過程，可以用圖 2-1 來表示。

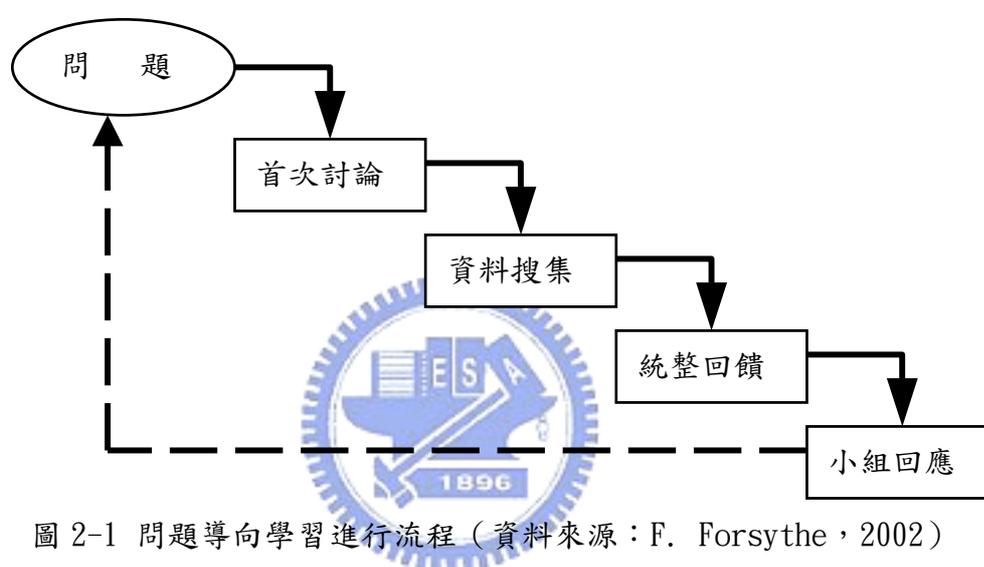


圖 2-1 問題導向學習進行流程（資料來源：F. Forsythe, 2002）

在 Forsythe 的流程中，『首次討論』主要是針對情境問題來界定學習內容，並進行任務分配，在『資料搜集』階段，每個小組成員針對分配到的問題，透過網路、書本或圖書館等進行資料搜集的步驟，並將搜集到的資料在『統整回饋』階段與小組進行討論分享，統整出一個最適合該問題的解決方案，最後透過『小組回應』與其它組別進行分享，每一個單獨的任務都以這樣的流程重覆進行(Forsythe, 2002)。

Delisle (1997) 則將『問題導向學習』歷程分為下列六個步驟：(1) 與問題連結、(2) 建立結構、(3) 訪查問題、(4) 再訪問題、(5) 生產成果或表現、(6) 評估表現與評鑑問題 (Delisle, 1997; 周天賜譯, 2003)。詳細說明如下：

- (1) 與問題連結：為了引起學生的學習動機，學習的問題必須能夠引起學生的興趣，因此在一開始的與問題連結便是一個重要的步驟，教師透過問題的設計及引導，讓問題和學生日常生活中關心的事物產生關連，藉此來提高學生學習動機。
- (2) 建立結構：藉由建立 PBL 訪查表，讓學生列出可以使用的，以及與學習內容有關的資源，並且擬定執行策略。表 2-1 為 PBL 訪查表，其中『點子』(ideas) 表示可能用來解決問題的點子，『事實』(facts) 表示和問題有關的事實，『學習論題』(learning issue) 表示仍存在的問題，最後一欄為『行動計畫』(action plan) 用來記載如何執行研究，及所有相關的資源。

表 2-1 PBL 訪查表。

點子 (ideas)	事實 (facts)	學習論題 (learning issue)	行動計畫 (action plan)

(資料來源：R. Delisle, 1997)

- (3) 訪查問題：在此階段學生分別認領一個點子及數個學習論題，並運用學習論題及行動計畫兩欄去規畫如何完成他們的研究，教師給予學生一段時間讓學生進行獨立研究，當學生完成後再集合全班開會。
- (4) 再訪問題：在完成獨立研究後，教師要每一學生或每一組別報告自己的研究內容，同時讓學生互相提問，及說服其它同學支持自己的論點；在此階段，學生學習如何衡量證據及比較多個點子間的差異，透過這樣的過程可以培養學生分析及決策的能力；同時學生必須就事實來為自己提出的點子辯護，並說服其它同學支持他建議的解決方法，這個過程可進一步發展學生的溝通技能及說服演說的能力 (Delisle, 1997; 周天賜譯, 2003)。

(5) 生產成果或表現：成果使整個問題導向學習更具有目的性；教師可以依照教學目標來決定成果表現方式。

(6) 評估表現與評鑑問題：最後階段教師鼓勵學生評鑑自己及小組的表現，教師也可使用這些評鑑提出新的問題。

真正實行『問題導向學習』時，進行的過程及步驟，教師必須依照教學環境、教學內容及學生程度等挑選一個較合適的方式再加以修改；『問題導向學習』和傳統教學法最大不同的地方為問題導向學習以學生為學習中心，因此進行的過程會因為學生的差異而有不同的結果，適度的修改問題導向學習進行的流程會得到較佳的學習成效。

2.1.4 問題導向學習在科學教育上的意義



近年來世界各國積極從事科學教育改革工作，不僅歐美各國在課程改革上有所改變，亞洲地區的國家，如日本或台灣也例外。日本於1998年12月完成的新課程標準，其中在科學課程方面強調科學學習中能力的培養，如科學創造力、問題解決能力以及科學態度、科學觀點與思考能力的培養（邱美虹，2000）。

而台灣在課程方面也有所改革，教育部於1998年9月頒布的國民教育階段九年一貫課程總綱綱要中，特別強調培養學生『能帶得走的能力』，其中在自然與生活科技的課程目標中強調：培養學生主動學習、應用所學於日常生活、與人溝通、動手實做、團隊合作及和諧相處、獨立思考、解決問題等能力；在課程設計理念中也提到：科學學習應以學習者為主體，以探究及實作方式進行，除了知識的獲得外，同時還應包括『問題解決能力』之培養。而在分段能力指標方面，強調以培養學生科學素養為主，包括科學應用、思考智能、科學本質、科學認知等方面（教育部，1998）。

而『問題導向學習』不論在課程設計或學習能力培養各方面均與各國的教育改革步調相契合，在『問題導向學習』進行的過程中，教師透過真實生活的情境問題與學生生活經驗相結合，引起學生主動探索問題的學習動機、增進學生的創造思考能力、同時培養學生獨立思考研究、分析批判和推理溝通的技能，及建構解決問題所需的技巧和思維能力，並透過小組合作學習擴大學生的視野，培養互助合作的精神，更可藉由群體討論的過程中，讓學生突破個人學習的極限（Corderio & Campbell, 1995，引自王千倖，2001；邱漢東，2003）。由此可知『問題導向學習』是融合了（1）認知取向的學習原則、（2）建構主義、（3）合作學習及（4）多元智能培養的一種學習方式，分述如下。

（1）問題導向學習與認知取向學習原則

在認知心理學的領域中，學習與既有的知識有關，知識的習得發生在實際操作的過程中，當學習者將新資訊和舊有知識做比對，運用原先具備的概念和技能來處理新資訊，並嘗試把新資訊融入原有知能之中，便達成學習的目的（魏美惠，1998；邱漢東，2003）。在問題導向學習的過程中，學生透過資料搜集，小組間的討論及分享，可增強學生記憶留存，促進將來新知識的學習，更能將新舊的知識相互連結而進一步幫助記憶，獲得一份屬於自己的知識結構及內涵。（Schmidt & Moust，2000；游文楓，2003）

（2）問題導向學習與建構主義

建構主義強調『知識是經由個體主動建構而成』，且在建構主義觀點中的科學學習是一種主動且複雜的過程，其目的在獲取新知，過程中有賴學習者進行一連串的認知歷程，教師的角色主要在協助學生進行主動且有意義的學習（游文楓，2003）。在『問題導向學習』的過程中，同樣強調學生必須主動進行有意義的學

習活動，來達成學習的目的。這和建構主義強調以學習者為中心的主動性學習有異曲同工之妙（Schmidt & Moust，2000）。

若以鷹架理論（scaffolding）來看，問題導向學習的學習過程中，學生透過發掘問題、資料搜集、同儕小組討論分享等問題解決的過程中，建構一套屬於自己本身的知識結構，教師扮演的角色則是資源提供者及從旁協助者，這樣的學習模式可說是符合鷹架理論的教學策略（Vygotsky，1978）。

（3）問題導向學習與合作學習

合作學習（cooperative learning）的教學策略，是讓學習者透過小組同儕的合作，藉由彼此的合作與分享，豐富學習經驗，從自我表達、聆聽他人與他人分享的過程中，開拓學生的視野，學習者藉由批判性的思考，從眾多的觀點中，選擇最合適的論點，同時透過和他人互動的過程中學習傾聽、接納與尊重的溝通技巧（李錫津，1990），其最終目的在於解決問題，達成小組共同的學習目標。同時在合作學習的環境中，教師並非唯一的知識來源，學生必須為自己的學習負起責任（Johnson & Johnson，1999）。

在『問題導向學習』的過程中，強調以真實情境問題引起學生學習動機，讓學生在主動學習解決問題的過程中，運用小組合作的技巧，培養創造及批判性思考的能力，同時透過小組同儕討論，從眾多策略中選擇最合適的解決方案，達成解決問題的目標（王千倬，2001）。因此可知，『合作學習』在『問題導向學習』的問題解決過程中，扮演缺一不可的重要角色。

（4）問題導向學習與多元智能

傳統教學模式中，學生所習得的能力多偏重在單一知能的培養，其它方面的能

力，如獨立思考、問題發掘、溝通表達及問題解決等能力較不易獲得；但在『問題導向學習』模式中，學生除了可以獲得學科知識外，同時在解決問題及和同儕溝通、分享和互動的過程中，也獲得了迦納（H. Gardner，1983，引自 T. Armstrong，李平譯，1997）所提出的多元智慧中的語文智慧（自我交談或將想到的事說出來）、邏輯智慧（推理能力）、肢體動覺智慧（運用雙手、手指或全身來解決問題）、人際智慧（把想法丟給別人，與人和協相處）及內省智慧（認同問題、運用與問題有關的個人感覺、經驗或知識）等多元智慧。換句話說，『問題導向學習』可以說是多元智慧在自然學習環境中的最佳實踐證明。

2.1.5 問題導向學習其它相關研究

『問題導向學習』在醫學教育上已有相當數量的研究結果，但應用在中小學的教育研究，則是近幾年新興的研究主題，以下探討的內容以將『問題導向學習』應用在中小學教育的研究為主，表 2-2 為『問題導向學習』在教育上的其它相關研究摘要。



表 2-2 與問題導向學習相關的研究摘要

研究者	研究主題	研究對象	時間/單元	研究結果
劉為國 (2002)	問題導向學習 (PBL)在高工單 晶片微電腦控制 設計課程之教學 實驗	高職三年級	六週 (共 36 節)	問題導向學習後測成績及設計能力優於傳統教學法。同時問題導向學習學生在學習態度的『師生互動』、『學習動機』、『班級氣氛』、『心理反應』這四個向度上也優於傳統教學法之學生。
郭裕芳 (2003)	問題導向學習與 傳統教學法在高 職自然科學學習 成就之比較研究	高職三年級	五節	在學習成就上，傳統教學法優於問題導向學習法；但在延宕測驗成績上則為問題導向學習有較好表現。

表 2-2 與問題導向學習相關的研究摘要（續）

研究者	研究主題	研究對象	時間/單元	研究結果
丁大成 (2003)	應用 PBL 教學法 幫助國中生建立 正確物理觀念	國中二年級	力與運動	問題導向學習學生在後測成績優於前測成績且達顯著差異；延宕測驗比後測成績高但無顯著差異。
邱漢東 (2003)	以主題導向學習 法與問題導向學 習法建立學生正 確物理概念之比 較研究——以電 動機為例	國中二年級	八節	問題導向學習可以提升學生的發現問題、資料蒐集及問題解決能力。同時問題導向學習在電動機認知與理解相關概念及成就測驗上均優於主題導向學習法。
林國書 (2003)	PBL 教學在國中 理化學習成效之 研究	國中二年級	浮力單元	問題導向學習學生在學習動機、同儕間問題的合作學習技能、資料蒐集討論分享及解決問題能力都有提升；且接受問題導向學習的學生在學習成就及延宕測驗均優於傳統教學之學生。
游文楓 (2003)	網路化問題解決 教學策略對學生 生物學習成效的 影響	國中一年級	六週 (6 節)	網路融入 pbl 對學生資訊能力、『對生物態度』學生非結構化問題解決的延宕測驗成績均有所提升。



由以上研究摘要可知，『問題導向學習』法大多可顯著提升學習者的資料蒐集及問題解決能力（游文楓，2003；邱漢東，2003；林國書，2003），另一方面，不管學習的內容為何，『問題導向學習』法大多可顯著提升學習者的學習成效（劉為國，2002；游文楓，2003；邱漢東，2003；林國書，2003；丁大成，2003）。

2.2 學生問題解決能力探討

本節主要探討與『問題解決能力』相關的主題，包括（1）問題的意義、（2）問題的分類、（3）問題解決的意義、（4）問題解決的模式、（5）問題解決能力的評量等部份。

2.2.1 問題的意義

在探討『問題解決』意義之前必須先了解問題的意義，韋式大辭典（1965）中對問題的定義為：『所謂問題是需要進一步探究、考慮、討論、做決定或找出解答者』（引自王順福，2002）；大辭典（三民書局，1985）則將問題解釋為：『1、事態的嚴重性足以引起人研究討論，或尚待解決的稱為問題；2、考試時的題目，使應試人回答的也稱為問題。』（引自郭伯銓，2001），可見問題除了課業上的考題、練習題外，日常生活中遭遇的困難或難題均可視為問題的範疇，以下將中外學者對問題所下的定義整理於表 2-3 中。

表 2-3 中外學者對問題的定義

學者	問題的定義
Skinner(1957) (引自鄭昭明，)	沒有辦法立即獲得解題的刺激。
Maier(1970) (引自郭有適，1994)	當對一個情境的反應受阻時，便有了問題。
張春興(1994)	個人在有目的的追求而尚未找到適當手段時所感到的心理困境。
Sternberg(1996)	完成一個目標所遭遇的障礙。
Greenwald(2000)	問題具有以下三個特徵： 1. 一個開始的起始狀態。 2. 一個終點的目標狀態。 3. 必須經過一連串的行動或操作才能從起始狀態到達目標狀態。

表 2-3 中外學者對問題的定義(續)

學者	問題的定義
郭伯銓(2001)	當個體所處的情境有所改變，或是個體欲企圖達成某種目標，使得必須改變當前狀態時，問題便產生。
王順福(2002)	個體欲改變所處情境中目標狀態與目前狀態的差異，而個體無法立即解決兩者間的差異時，問題立即產生。

本研究探討的問題為狹義的科學問題，單指自然科學問題，所謂自然科學問題即學習者在日常生活中所遭遇到某一特定現象或事物，無法以舊有的自然科學知識或經驗合理解釋或說明的狀態，稱之為自然科學問題。

2.2.2 問題的分類

問題的種類繁多，因此各個專家學者對問題的分類有不同的定義。張春興(2001)認為問題可分為三大類；

- 
- (1) 結構性問題：是指按照一定思維方式即可求得答案的問題。
 - (2) 無結構問題：是指情境不明或因素不定，不易找出解答線索的問題。解決此類問題，無任何固定程序可循。
 - (3) 爭論問題：是指帶有情緒色彩的問題。性質上，爭論問題既無固定結構，又易使人陷入帶有情緒的極端立場。

Laster (1987；引自郭伯銓，2001) 依照問題結構，將問題分為三大類：

- (1) 結構化：結構性良好的問題。
- (2) 半結構化：大半需要創造思考解決的結構性問題。
- (3) 非結構化：結構性不良需靠創造思考解決的缺乏清晰結構的問題。

本研究的問題分類，則採用 Simon (1973) 及 Halpern (1984) 的問題分類，將問題分為：

- (1) 結構性問題：指定義清楚的問題型態，結構性問題的解決方法有規則可循。
- (2) 非結構性問題：不是結構性問題的均屬於非結構性問題。

2.2.3 問題解決的意義

Kahney (1986) 認為，『問題解決』是利用個體已學過的知識技能去滿足情境問題的需要，以獲致解答的過程。『問題解決』在心理學上廣義的定義為有機體在獲得對問題情境的適當反應的過程。狹義的定義是指有目的指向的活動或思維的一種方式，其中原有的知識、經驗和當前問題情境的組成成份必須重新改組、轉換或聯合才能達到既定的目標 (王文科, 1989)。

學習者在問題解決的過程中需要重新組織舊有的知識，形成新的知識架構，用來達成一定的目標，當問題被解決的同時，學習者在知識及能力與經驗上也會有所提升，因此從建構主義的觀點來看，當問題獲得解決時，學習者的知識鷹架也相對有所增長。

在我國九年一貫課程綱要中提到，現階段學校教育的目標應以培養具有獨立思考及『問題解決能力』的學生為標的 (教育部, 1998)。同時在學習科學的過程中，『問題解決』一直是一個相當受重視的議題 (包景濂, 2000)。學習者必需不斷的從省思的歷程中，進行有意義的主體建構過程來達成問題解決的目的 (端木蓉, 1998)。由此可知『問題解決』在今日教育與學習上扮演者相當重要的角色。

2.2.4 問題解決模式

『問題解決』是一種高層次思考的心智歷程，學習者除了必需運用舊有經驗與知識去克服與目標間的差異外，還必須重新組織若干已知的規則形成新的高級規則，用以達到一定的目標（包景濂，2000）；因此問題類型與學習個體思維的方式不同時，也會產生問題解決過程的差異。有許多學者將問題解決的過程具體化，成為一連串的步驟或流程圖，稱之為『問題解決模式』或『問題解決步驟』，以下將各學者所提出不同的問題解決模式整理如下。

杜威（Dewey）在1910年於思維術（How We Think）一書中提出問題解決的五大步驟：

- 
- (1) 遭遇問題：人類對於事物的情感產生認知上的疑惑或困難。
 - (2) 界定問題：從困惑的環境中辨識問題。
 - (3) 發展假設：依據問題狀況，事先提出解決問題的可能方法。
 - (4) 驗證假設：將所提出的方案逐一驗證，探究是否可行。
 - (5) 應用：將構思的解題方案，實際應用在情境上，以求解決問題。

Woods 等學者提出的問題解決模式包含以下五點（張玉成，1993）：

- (1) 界定問題：明確了解並把握問題所在。
- (2) 構思：先分析問題的特質，推敲需要那方面的知識，進行蒐集資料，應用圖示分析解決的流程。
- (3) 計畫：構思各種解決方案。
- (4) 執行計畫：嘗試解決問題。

- (5) 檢討：包括察看是否合理、能否達到標準及合乎規定、研究相關問題、瞭解應用範圍與可能，重溫習得的問題解決技巧、傳播表達工作成果等。

Slife & Cook 依據對成績差的學生進行問題解決的研究，於 1985 年提出五個問題解決過程中較普遍的過程(引自王文科，1989)：

- (1) 認清問題：解決問題者必須認知存在的問題，並注意問題的性質與特點。
- (2) 分析問題：分析對問題產生作用的各種因素，收集必要的資訊，及清楚涉及的因果關係。
- (3) 考慮可供選擇的不同答案：解決問題者要廣泛地考慮多種解答，甚至是愚蠢和不可行的一些解答。過早的限制選擇，不僅會扼殺解決問題的創造性，而且還會中止解決問題中的學習。
- (4) 選定最佳答案：對前階段所蒐集的多種解答加以慎重篩選，抓住對當前問題最為切合的解決之道。
- (5) 評價結果：正確或錯誤的結果都能提供進一步的學習機會，並成為下一步的起點。

Hacker&Barden (1988) 提出問題解決的六個步驟：

- (1) 確認問題 (Define the problem clearly)。
- (2) 設定目標 (Set goals)。
- (3) 發展解決方案 (Develop alternative solution)。
- (4) 選擇最佳方案 (Select the best solution)。
- (5) 執行最佳方案 (Implement the solution)。
- (6) 評估結果 (Evaluating the Actual Result)。

Sternberg (1996) 提出問題解決的七個步驟：

- (1) 確認問題 (problem identification)。
- (2) 定義問題 (definition of problem)。
- (3) 建立問題解決的策略 (constructing a strategy for problem solving)。
- (4) 組織和問題相關的訊息 (organizing information about a problem)。
- (5) 資源分配 (allocation of resources)。
- (6) 監控問題解決 (monitoring problem solving)。
- (7) 評估問題解決的結果 (evaluating problem solving)。

綜合以上專家學者所提出的流程，研究者將『問題解決的模式』歸納為下列幾點：



- (1) 遭遇問題：學習者對事物產生認知上的疑惑或感到困難（杜威，1910），此一層次通常為一即短暫存在的狀態，因此部份學者並未特別強調此步驟；但在自然科學問題解決過程中，此一閃即逝的念頭，卻佔有相當重要的地位，如果此狀態不能引起學習者的關注，便不會有後續的解題步驟。
- (2) 界定問題：從困惑的情境中發掘出真正問題。
- (3) 建立解題策略：事先提出問題解決的可能方法、構思或計畫等(杜威，1910；張玉成，1993)。
- (4) 組織訊息及蒐集資料：當確定問題後，學習者從既有概念中組織相關訊息，進一步選擇最佳解決方案進行問題解決，若舊有知識無法滿足解決問題所需資訊，便著手從外在資源處加以蒐集。

(5) 監控及評估結果：學習者將所選擇的方案，應用在真實情境中進行問題解決，並進一步評估其成效以探究其是否可行。

本研究採用的問題導向學習其問題解決歷程除了符合上述五個步驟外，亦融合 Jonassen (1997) 的非結構性問題解決歷程，增加了『透過可以被理解的個人信念來建構爭論，以評定解決方式之可行性』和『修正答案使其更為可行』兩個步驟(引自游文楓，2003)。因此本研究的問題解決模式為：(1)遭遇問題、(2)界定問題、(3)建立解題策略、(4)透過可以被理解的個人信念來建構爭論，以評定解決方式之可行性、(5)組織訊息及蒐集資料、(6)監控及評估結果及(7)修正答案使其更為可行等七個步驟。

2.2.5 問題解決能力的評量

『問題解決過程』是一種學習者思考學習的過程。因此『學習成就』也可說是『問題解決能力』的內涵之一。Kruglitz 與 Rudnick (1980) 兩位學者，認為問題解決能力是『綜合既有知識，將其應用於新情境的能力』；黃淑珍 (1994) 則認為問題解決能力為一種包含多向度的複雜認知能力；對生活情境中的問題解決，則須要社會關係推衍、觀點取代，以及將方法運用到真實情境中實行的社會能力。

本研究探討的自然科學問題解決能力，則較接近唐偉成與江新合 (1998) 的想法，他們認為問題解決能力應該包含下列幾種能力：

- (1) 聯想、類比能力。
- (2) 問題表徵能力與心像思考能力。
- (3) 解題策略的運用與選擇。
- (4) 後設認知的監控能力。
- (5) 批判思考的能力。

在文獻研讀過程中，研究者發現，『問題解決能力測驗』多以『非結構性問題解決』的多面向能力為評量重點，對『結構性問題』的問題解決能力鮮少提及。因此本研究將『問題解決能力評量』分為兩部份，一為『結構性問題解決能力評量』，另一部份為『非結構性問題解決能力評量』。

本研究採用『雙層式診斷測驗』做為『結構性問題解決能力評量工具』；原因為一般學習成就評量多為單層次測驗，僅能測出學習者在該測驗對錯情形，至於題目背後真正的原理，則無法從一般學習成就得分上顯示出來。

而雙層式診斷測驗，其選項是以多選題的方式呈現，每一題分為二個層次選項。第一層在確認學生的描述性知識 (descriptive knowledge)，第二層則是想瞭解學習者產生上述結果的理由，也就是在探究其心智模式 (Tsai & Chou, 2002)。透過雙層式診斷測驗，不僅可以得知學習者答題對錯，同時從第二層選項中可以明確得知學習者對於測驗背後的原理是否理解或是存在某些另有概念，因此研究者認為，雙層式診斷測驗非常適合用來做為評量學生結構性問題解決能力的工具。

國內學者採用的問題解決能力工具，大多作為評量非結構性問題的用途，配合不同的教學策略或教學內容，在評量工具上會有些許的不同，研究者將其整理如下表 2-4：

表 2-4 各種問題解決能力評量工具表

測驗名稱	編製者	對象	問題解決能力向度
問題解決能力測驗	詹秀美、吳武典 (1991)	6-12 歲兒童	測量兒童運用思考及推理能力，及遇到日常生活問題的解決能力。 1. 解釋推論 2. 猜測原因 3. 逆向原因猜測 4. 決定解決方法 5. 預防問題
創造性問題解決能力問卷	張志豪 (2000) 根據簡真真 (1982) 所修訂的『問題解決能力』與吳武典、詹秀美 (1991) 所編製的『問題解決能力測驗』發展而成	高中生	測量受試者創造性問題解決能力，主要分為： 1. 問題察覺 2. 問題再定義 3. 原因推測 4. 提出想法 5. 尋求最佳方案
國中學生問題解決能力測驗	郭伯銓 (2001) 根據張志豪 (2000) 所編修的『創造性問題解決能力問卷』發展而成	國一學生	測量向度與原問卷相同分為： 1. 問題察覺 2. 問題再定義 3. 原因推測 4. 提出想法 5. 尋求最佳方案

(資料來源：參考郭伯銓，2001 及研究者整理)

由以上資料可以得知，在評量『非結構性問題解決能力』時通常將其分為多個向度的次能力，例如：確認問題、資料蒐集、推測原因、提出解提策略等。因教學內容及教學目標而有所差異，鮮少有一個評量工具可以涵蓋所有的次能力。本研究採用郭伯銓 (2001) 所發展的『國中學生問題解決能力測驗』作為評量學生『非結構性問題解決能力』的工具。原因有二：此份測驗的次能力和本研究所採用的問題導向學習問題解決歷程較為接近，其二為本研究探討的自然科學問題，為日常生活中與科學相關的情境問題，和原測驗的情境問題架構較為相近。

第三章 研究方法

為了解不同的教學方法對學生問題解決能力提昇是否會有不同影響，本章將說明研究採用的方法，分為以下五節來討論，包括：（一）、研究對象、（二）、研究設計、（三）、研究流程、（四）研究工具、（五）資料處理及（六）研究限制與範圍。

3.1 研究對象

本研究以臺北市某公立國民中學九年一貫課程八年級之學生為研究對象，參與研究學生共有兩個班級，分為實驗組（問題導向學習），全班人數四十三人，有效人數三十七人（指全程參與教學過程並完成前後測者）及對照組（傳統教學），全班人數四十人，有效人數三十五人，計有八十三位學生參與研究，全程參與並完成前後測者計有七十二人，統計如下表 3-1。

表 3-1 教學分組人數及有效受測人數統計表

組別	全班人數	有效人數
實驗組	43	37
對照組	40	35
總計	83	72

受限於研究者教學班級數不足，因此本研究教學工作分別由兩位具有 5 年自然與生活科技教學經驗教師擔任，在研究進行前，兩位教師對教學內容有多次討論，以確定對研究過程的了解，盡量減低不同教學者對研究所造成的差異。

在研究進行前，所有學生均完成自然與生活科技—浮力單元的教學活動，並且在學科成績上並無差異（如表 3-2 所示）。採用這一階段學生從事研究除了可以避免因基本學力測驗所帶來的干擾外，另外也可用來比較經由九年一貫課程教改後的學生對不同教學法的反應及影響。

表 3-2 實驗組與對照組學生在自然與生活科技學科成績差異

項目	實驗組 (問題導向學習組)		對照組 (傳統主題教學組)		標準誤	
	平均值	標準差	平均值	標準差	差異	T 值
學科成績	67.10	21.34	67.50	21.78	-.05	.084

由表 3-2 中可以得知在研究進行前兩班學科成績沒有達統計上的顯著差異 ($t=.084, p>.05$)，顯示兩班學生在教學研究介入前，在浮力概念及自然與生活科技學科能力上是相近的。

3.2 研究設計

本研究採用準實驗設計 (quasi-experimental design)，以研究者任教學校選擇自然與生活科技學科成績沒有顯著差異的兩個班級為研究對象。為求能有效的了解『問題導向學習』與『傳統主題教學』法對學生『問題解決能力』所造成的影響，將兩個班級分為實驗組與對照組，實驗組採用問題導向學習法，對照組採用傳統主題教學法，除了教學策略的差異外，在教學介入時間及教學環境上力求相近，以避免產生誤差。

研究主題以九年一貫教材中自然與生活科技教材中的『浮力概念』為主軸，以『浮沉子製作』為教學活動，希望能比較經過『問題導向學習』教學模式與『傳統主題教學』模式的學生在浮力概念的釐清及『自然科學問題解決能力』是否有不同的影響。

選定研究班級後，分別對兩班進行前測，以了解研究對象起點行為，再分別以問題導向教學與傳統主題教學法對兩班進行施教，課程完成後統一施以後測。在研究進行前六週，對實驗組班級進行每週一節的『問題導向學習』預備訓練共計六小時，目的是為了讓學生習慣『問題導向學習』進行的過程，以減少學生因為對『問題導向學習』的不熟悉而影響研究的結果。在這六週期間對照組則進行每週一節的小組討論學習，討論的過程則以傳統教師提出問題，學生討論後回答的方式為主。

正式進行研究時，為了避免影響正常教學進度，教學研究進行時間採用中午午休時間及第八節時間進行，共六小時；實驗組由教師示範浮沉子的操作方法，然後提出最後目標，對於浮沉子製作過程及其原理略過不談，其餘時間由各小組學生以『問題導向學習』方式分組進行發掘問題、尋找原因、資料搜集、提出解決方法等過程，最後整合所找到的資訊提出一個最合理的解答；對照組進行方式則是由教師依序介紹浮沉子原理、示範浮沉子製作過程、學生分組實作、教師提出問題、學生分組討論報告，教師總結所有知識的方式來進行。實驗組與對照組的教學流程比較如表 3-3。

表 3-3 實驗組與對照組教學流程比較表

組別 節次	實驗組 問題導向學習組	對照組 傳統主題教學組
一	教師示範浮沉子操作 並說明最後完成目標 學生分組實作浮沉子	教師講解浮沉子原理
二	學生分組討論並找出欲搜集資料內容	教師示範浮沉子製作過程
三	學生利用圖書館館藏及上網搜集資料	學生分組實做浮沉子
四	學生分組修正浮沉子	教師提出問題
五	學生分組上台報告所完成的浮沉子及所搜集整理的相關知識	學生分組討論並上台報告
六	學生分組討論並整合他組報告內容來修正概念	教師總結所有與浮沉子相關知識

整個研究架構共分為六個階段（如表 3-4 所示），第一階段：問卷開發與設計，在確定研究方向後，設計研究所需問題解決能力測驗與浮力概念雙層式試題。第二階段：網路測驗系統開發與改良，將自然科學態度量表設計為網路版及改良邱漢東、林國書、郭裕芳（2003）所採用的網路雙層式測驗系統。第三階段：實施前測，分別進行自然科學態度量表網路測驗、浮力概念雙層式網路測驗及問題解決能力測驗。第四階段：進行教學活動，實驗組以模擬情境、分組討論、資料搜集、統整報告分式進行

問題導向學習、對照組則以實例示範、教師講解、學生實做、成果展示方式進行傳統教學。第五階段：後測，在教學活動結束後對兩組學生進行後測，後測項目及內容與前測均相同。第六階段：資料分析，將前測及後測收集的資料整理後進行統計分析。

表 3-4 研究進行階段資料

階段	內容	實施方式
一	問卷及測驗開發與設計	先行以紙筆方式進行測驗，進行問卷及測驗題目的編定。
二	網路系統設計與改良	將自然科學態度量表設計為網路版同時改良網路雙層式測驗系統
三	實施前測	分別以網路進行自然科學態度量表及浮力概念雙層式測驗 同時進行問題解決能力測驗
四	進行教學活動	實驗組：使用問題導向學習 對照組：使用傳統教學
五	實施後測	以相同題目，透過網路進行自然科學態度量表及浮力概念雙層式測驗及問題解決能力測驗
六	資料整理與分析	將前測及後測的資料進行統計分析。

3.3 研究流程

本研究共分為三個階段，分別為：(1) 準備階段、(2) 實行階段、(3) 資料分析及論文完成階段，研究流程如圖 3-1 所示。

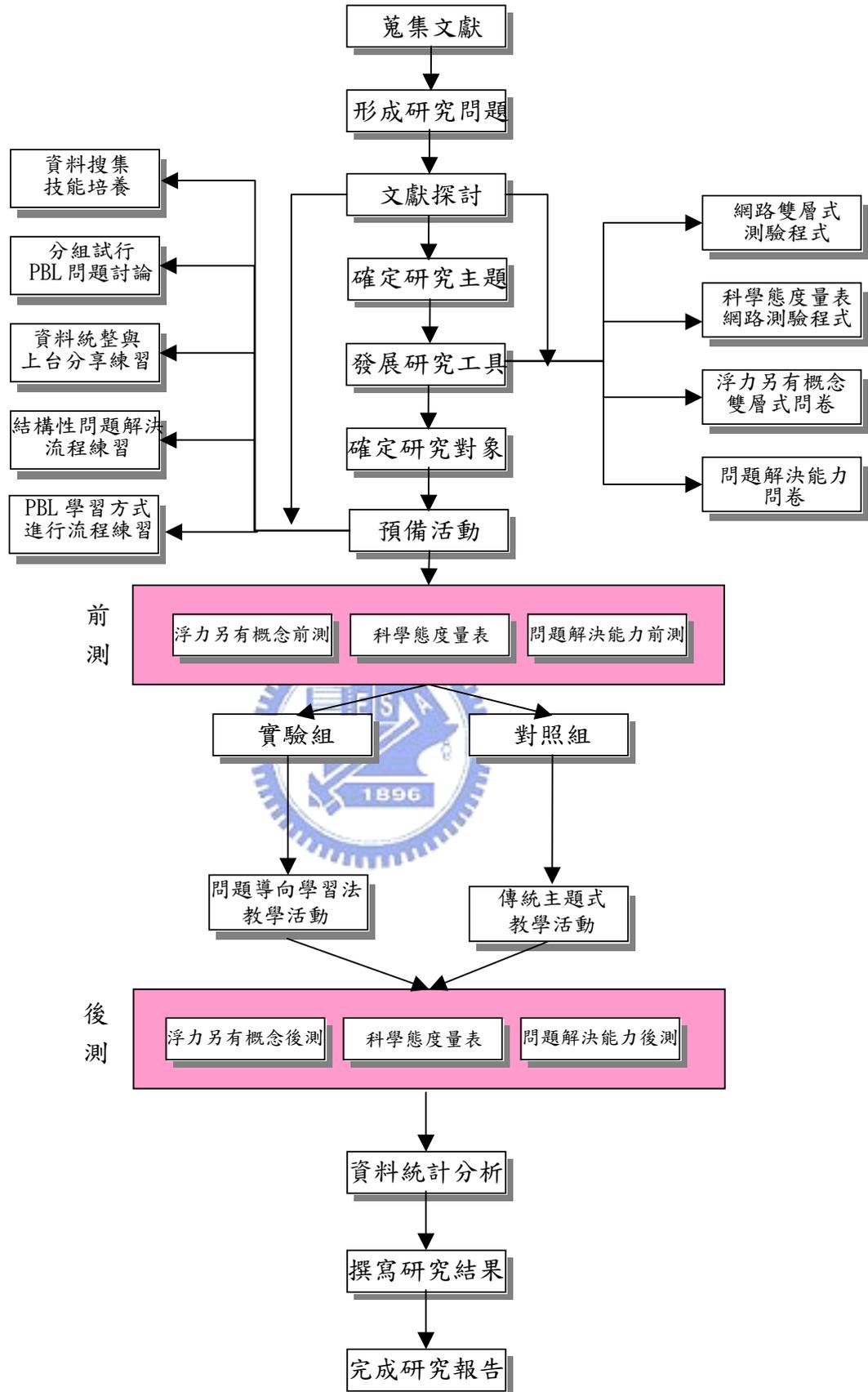


圖 3-1 研究流程圖

3.3.1 準備階段

在準備階段研究者搜集與問題導向學習法、問題解決能力、九年一貫自然與生活科技能力指標及浮力另有概念相關的文獻，在研讀後整理出研究方向，並確定研究主題，同時也對研究對象實施預備活動培養基本能力，並針對研究主題設計施測用網路程式、確定研究流程架構、設計研究方法。期間透過與指導教授多次討論，完成『浮力另有概念雙層式測驗』及『國中學生自然科學問題解決能力測驗』等研究工具，也對實驗班級進行預備活動訓練，最後再和共同進行研究的教師進行教學內容溝通達成共識後結束準備階段。本階段包含『蒐集文獻』、『形成研究問題』、『文獻探討』、『確定研究主題』、『發展研究工具』、『確定研究對象』及『預備活動』等項目(圖 3-1)。

3.3.2 實行階段



於教學研究實行階段，先對所有學生進行前測，前測項目包含『自然與生活科技態度量表網路測驗』、『浮力網路另有概念雙層式測驗』及『自然科學問題解決能力測驗』，前兩項測驗於電腦教室中進行，採用一人一機方式進行測驗，測驗時間共 45 分鐘，『自然科學問題解決能力測驗』採用紙筆填答方式於一般教室中進行，測驗時間 45 分鐘。

前測後，將實驗組及對照組兩個班級學生分別依照兩次段考的國文、數學及自然科學三科成績總分做雙 S 型男女交插常態分組(如圖 3-2)，研究者認為，學生在進行問題導向學習活動時除了應該具備自然科學的基本知識外，在進行小組討論及情境問題的解決問題過程中，語文的理解能力也會影響小組討論的進行，數學能力則是用來確認學生具有基礎的邏輯思考能力，因此才會採用這三個科目總分做為小組分組的依據。

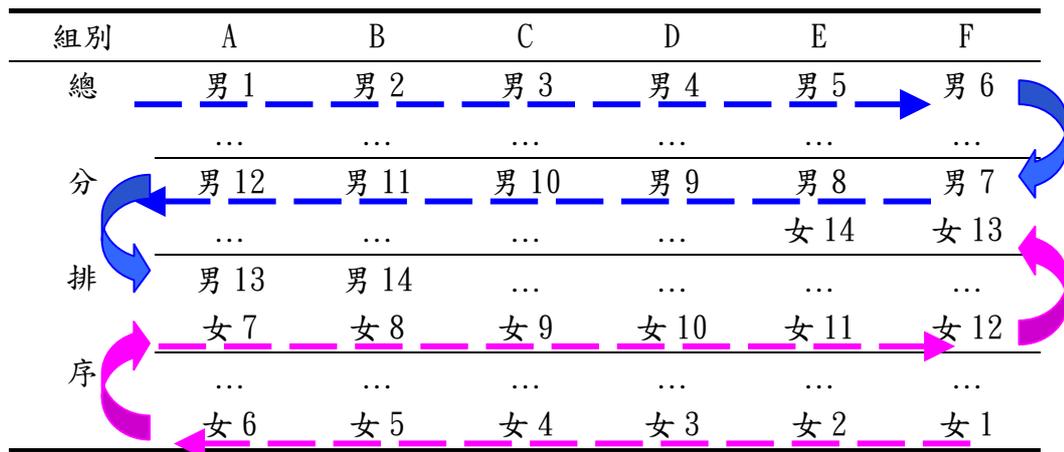


圖 3-2 雙 S 型男女交插常態分組示意圖

分組確定後，兩位教師以『浮沉子製作』為教學單元分別對實驗組及對照組進行『問題導向學習』及『傳統主題教學』教學過程。詳細教學活動進行過程說明如後。

(1) 『問題導向學習』教學過程

教師在課程一開始以一段浮沉子在水中沉浮及旋轉的影片做為情境描述，並說明在課程結束後每組必須達成的目標，由各小組進行問題導向學習法，經由小組討論、發掘問題、資料搜集、製作、分享等過程達成問題解決的目的。

(2) 『傳統主題教學』進行過程

傳統主題式教學法則是由教師示範浮沉子製作過程、學生分組實作、教師進行浮沉子相關原理講解、學生小組成品展示等過程來進行。和問題導向學習法最大的不同處在於教師將所有製作過程及相關原理以有系統的方式介紹給學生，傳統教學法的學生只需在課堂上聽講，不須自行搜尋資料即可完成整個製作過程。

對照組和實驗組在接受 6 個小時教學活動後，進行後測。後測項目及進行方式與時間均與前測相同。在實行階段共包含了『前測』、『分組實驗教學』及『後測』等項目。

3.3.3 資料分析及論文完成階段

在收集完前測及後測等資料後，針對研究假設將資料做轉換及計分動作，再將所得數據匯入 SPSS for Windows 10.0 版本統計軟體中進行統計分析，依照分析結果提出研究結論，最後完成論文撰寫。

3.4 研究工具

本研究使用的之研究工具有：(1) 雙層式浮力另有概念問卷、(2) 自然科學態度量表、(3) 國中學生自然科學問題解決能力問卷、(4) 自然科學態度量表網路施測程式及 (5) 雙層式浮力另有概念網路施測程式，逐項說明如後：

3.4.1 雙層式浮力另有概念問卷



另有概念或稱迷失概念，通常用來表示學生在學習前後所具有與專家不同的概念；許多國內外的研究均指出學生在學習浮力單元時具有相當多的另有概念，且這些另有概念對學生學習浮力單元造成相當大的阻礙。因此如能正確的了解學生的另有概念，即可透過教學方法的應變來改變學生的另有概念，以達到教學的目的。

為求了解實驗組與對照組學生在接受不同教學法後，在浮力另有概念的釐清上是否有顯著性差異，研究者參考其他學者及研究先進在浮力另有概念上所提出的結論再透過與專家及資深自然科學教師多次的討論後，編製一份雙層式浮力另有概念問卷。

本研究採用邱漢東(2003)的改良式雙層式診斷測驗模式(如圖 3-3)，針對不同的第一層選項，對應到不同的第二層理由選項，同時為了讓受試者在測驗階段不會因為預先知道第二層選項內容而影響第一層測驗結果，因此研究者設計一套網路雙層式測驗系統，透過網路及程式流程控制來達成選擇不同第一層選項對應到不同第二層選項的目的。

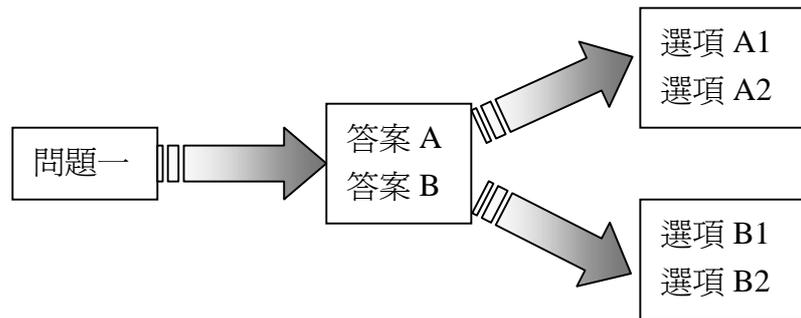


圖 3-3 改良式雙層式診斷測驗模式示意圖

研究者期望透過該問卷的施測能比較出『問題導向學習法』與『傳統主題教學法』兩種不同的教學過程對學生在『結構性問題解決能力』是否有顯著性差異。以下詳細說明問卷編制過程。

(1) 半結構性雙層式浮力另有概念問卷

研究者從國內外多篇研究浮力概念的學術論文中，整理出浮力的另有概念編製成半結構性雙層式浮力另有概念問卷，每一個題目在第一層及第二層的選項中，均有一個其他選項，讓填答學生可以自行填寫其他的答案。

在半結構性問卷試測階段，測驗對象為九年一貫八年級學生及舊教材三年級學生各一班，有效問卷計 75 份，受測學生背景如表 3-5，研究者從回收的問卷中，刪除填答正確率過高及無人選答的選項，同時加入多數學生自行填寫的選項，再將修正後的問卷交由專家進行審核，最後完成雙層式浮力另有概念問卷初稿。

表 3-5 半結構性雙層式浮力另有概念問卷試測階段學生背景

	年級	班級代碼	受測人數	男生人數	女生人數
國中	三	3A	36	17	19
	八	8A	39	21	18
受測總人數			75	38	37

(2) 雙層式浮力另有概念問卷

完成了雙層式浮力另有概念問卷初稿後，選定兩個與半結構性預試不同的八年級(8B)及三年級(3B)班級進行試測，受測人數共 77 人其中男生 39 人，女生 38 人(表 3-6)，回收問卷統計後再次針對選項做篩選，同時對選項文字描述及選項字數做修飾，最後經由專家進行效度審核後完成雙層式浮力另有概念問卷定稿。

表 3-6 雙層式浮力另有概念問卷試測階段學生背景

	年級	班級代碼	受測人數	男生人數	女生人數
國中	三	3B	37	18	19
	八	8B	40	21	19
受測總人數			77	39	38

(3) 信度考驗

在雙層式浮力另有概念問卷定稿後，選定另一個與預試不同的八年級班級進行問卷的信度檢驗，本研究採用重測信度檢驗方式，在對該班級施測後兩週再以相同問卷進行測驗。考驗結果得到的 PEARSON 相關係數為.827，且達.01 顯著性，表示本問卷為一可信的。表 3-7 為雙層式浮力另有概念問卷重測信度摘要表。

表 3-7 雙層式浮力另有概念問卷重測信度摘要表

項目	Pearson 相關係數
總成績	.827**

註：** 表示達.01 顯著水準

3.4.2 自然科學態度量表

本研究參考國立臺灣師範大學，科學教育研究所楊坤原教授與生物學系鄭湧涇教授所發表的對生物學的態度量表 (Attitudes Toward Biology Scale, 簡稱 ATBS) 的發展與效化 (鄭湧涇, 1995) 一文修改而來。原量表共有八十題，包含四個向度，整體問卷的內部均質性效度為 .97，四個向度的信度值也介在 .87~.92 之間，同時由效度及構念效度的考驗及因素分析的結果顯示 ATBS 為一個可信且具有效度的態度量表。

研究者針對研究需要從原量表中挑選四十題，每個向度各十題並將量表中的『生物』一詞置換為『自然科學』，再依據專家意見修改部份內容，編修成為自然科學態度量表 (Attitudes Toward Nature Science Scale, 簡稱 ATNSS)，計分方式採用李克特 (Likert) 五點式評量尺度，分為『非常同意』、『同意』、『不太確定是否同意』、『不同意』及『很不同意』分別給予 5~1 分，反向題則相反計分，並將該量表網路化進行試測，所得 Cronbach's α 信度係數為 .937 各向度的信度值介在 .81~.91。表 3-8 為自然科學態度量表各分量表題數及代號說明；原量表 (ATBS) 與自然科學態度量表題號及各向度對應如表 3-9。

表 3-8 自然科學態度量表各分量表題數及代號說明表

代號	向度名稱	題數
S1	對自然科學的態度	10
S2	對學習自然科學的態度	10
S3	對參與自然科學探討活動的態度	10
S4	對自然科學家和自然科學相關生涯的態度	10

表 3-9 ATBS 與自然科學態度量表題號及各向度對應表

向度代號	ATBS 題號	ATNSS 題號	自然科學態度量表題目內容
s1	1	1	我對自然科學很有興趣
s3	3	2	我不喜歡用作實驗的方式來解決自然科學上的問題
s4	4	3	科學家都是怪人，他們對人類生活的改進沒什麼貢獻
s2	6	4	我很喜歡上自然科學課
s1	9	5	自然科學知識對我們的生活沒什麼用處
s2	10	6	自然科學實驗很有趣，我很喜歡
s3	11	7	書本的說法絕對正確，不必要自己動手做實驗驗證
s4	16	8	我很嚮往科學家在實驗室忙碌的生活
s1	17	9	自然科學的知識可以幫助我們解決許多生活上的問題。
s3	19	10	有問題時，請教老師就好，做實驗實在是太浪費時間了
s1	21	11	我不喜歡觀賞有關自然科學方面的展覽。
s2	22	12	上自然科學課時，我時常覺得腦袋空空，無法思考
s3	23	13	我比較喜歡經由『做實驗』來獲得有關自然科學的知識
s4	24	14	科學家所做的研究工作，對人類知識的增加很有價值
s1	25	15	我不喜歡閱讀有關自然科學知識的報導
s2	26	16	每一個人應該都學習一些有關自然科學的知識
s3	27	17	我覺得要自己親手作實驗，才能真正學到自然科學學知識
s1	29	18	我覺得報章、雜誌中與自然科學有關的知識都很有趣。
s2	30	19	自然科學課的內容既單調又乏味
s2	34	20	假如不用上自然科學課，我將會更快樂
s4	36	21	我覺得不管成績好不好，只要對自然科學有興趣，都可以試著做科學研究工作
s2	38	22	我覺得上自然科學課非常有趣
s4	40	23	將來我喜歡從事與科學有關的工作
s1	41	24	我喜歡閱讀有關自然科學的書籍和雜誌。
s2	42	25	一想到今天有自然科學課，我的心情就很愉快
s1	45	26	自然科學的知識很難理解。
s1	49	27	自然科學跟我們的日常生活息息相關。
s2	54	28	上自然科學課時，我總覺得時間過地特別慢
s3	55	29	想了解自然科學知識，不一定要靠自然科學實驗
s4	56	30	一般的科學家就和平常人一樣，也喜歡科學之外的運動、文學和藝術
s3	59	31	做自然科學實驗很麻煩，也很無聊

表 3-9 ATBS 與自然科學態度量表題號及各向度對應表(續)

向度代號	ATBS 題號	ATNSS 題號	自然科學態度量表題目內容
s4	60	32	科學家的工作對人類貢獻很大
s3	63	33	一想到自然科學課能夠動手做實驗，我就很開心
s2	66	34	我不喜歡做自然科學課的作業
s3	71	35	我對參加研習營或科學營沒有什麼興趣。
s4	72	36	我希望將來能當一位科學家
s1	73	37	我希望能瞭解更多的自然科學知識
s3	75	38	碰到不懂的自然科學問題時，我會自己去查資料找出答案
s4	76	39	我對從事科學的研究工作很有興趣
s4	80	40	只有脾氣古怪的人才會想要從事科學研究工作

3.4.3 國中學生自然科學問題解決能力問卷

本研究以『國中學生自然科學問題解決能力問卷』來了解學生在接受問題導向教學法與傳統主題式教學法兩種教學模式後，學生的問題解決能力是否有所改變。研究者參考郭伯銓（2001）所發展的『國中學生問題解決能力測驗』重新編訂『國中學生自然科學問題解決能力問卷』，原問卷施測對象為國一學生在日常生活知識的問題解決能力測驗，本研究對象為九年一貫八年級學生，且測驗內容為自然科學相關知識的問題解決能力與原問卷所設定的內容不相同，因此對重新編制的測驗進行信效度檢驗，以下詳細說明過程：

(1) 效度檢驗

在與專家及多位資深自然科學教師討論後，研究者依照郭伯銓所發展的『國中學生問題解決能力測驗』命題架構，重新編訂一份『國中學生自然科學問題解決能力問卷』（如附件一），共有五個大題，每大題再依照『問題察覺』、『問題再定義』、『原因推測』、『提出想法』、『尋求最佳方案』五個指標（郭伯銓，2001）分為五個小題，一共二十五小題，評分方式，依據原測驗評分標準，在單一答案小題上，

根據學生填答的正確程度給予不同等級的分數，最高為三分，最低為零分，在多重答案小題上，受試者填答的正確答案每個一分，填答的數目越多分數越高，因此沒有得分上限。預試階段對象為八年級學生三個班級，共 120 人，學生背景資料如表 3-10。

表 3-10 自然科學問題解決能力問卷預試階段學生背景資料

	年級	班級代碼	受測人數	男生人數	女生人數
	八	8A	40	22	18
	八	8B	41	22	19
	八	8C	39	21	18
受測總人數			120	65	55

預試目的在了解問卷題目是否符合八年級學生程度，研究者依照第一次預試結果與學生反應和國文教師討論之後，將預試題目做適當修改使內容能符合八年級學生認知程度，將修改後題目與資深自然科教師討論後在與專家討論修改後完成問卷初稿。

將修改完成的問卷初稿進行第二次預試，從第二次預試的結果確認問卷內容符合學生認知程度，最後再由專家對問卷內容做效度檢驗完成問卷定稿。此次受試學生為八年級學生一個班級共 41 人，學生背景資料如表 3-11。

表 3-11 自然科學問題解決能力問卷第二次預試階段學生背景資料

	年級	班級代碼	受測人數	男生人數	女生人數
	八	8D	41	21	20
受測總人數			41	21	20

(2) 信度檢驗

第二次預試後一週再以相同班級進行一次國中學生自然科學問題解決能力問卷填答，以便進行重測信度考驗，考驗結果發現兩次測驗間的相關皆達.01 之顯著水準(表 3-12)，表示問卷內容為可信的。

表 3-12 『國中學生自然科學問題解決能力問卷』重測信度摘要表

項目	PEARSON 相關係數
總成績	.765**
問題察覺	.748**
問題再定義	.694**
原因推測	.726**
提出想法	.732**
尋求最佳方案	.718**

註：** 表示達.01 顯著水準



3.4.4 自然科學態度量表網路施測程式

傳統的態度量表施測大多使用紙筆填答方式進行，研究者必須將問卷印製完成然後給施測對象填答，回收的問卷再由研究者以人工方式建檔然後進行後續分析，紙筆填答有幾個缺點：(1) 施測對象可能會漏填部份選項，使得量表填答完整性受損而成為無效量表。(2) 施測時必須耗費金錢印製問卷、在資料建檔時也是一項耗費人力與時間的龐大工程，同時也可能因為建檔時輸入錯誤的資料而影響問卷的準確度。

為了改善這些缺點，研究者自行開發自然科學態度量表網路施測程式，除了可以改善傳統紙筆填答方式的缺點外，尚具有以下優點：(1) 量表內容多元化，透過網頁方式來呈現施測內容，除了原有的文字敘述外，也可配合題目佐以相關的多媒體輔助說明。(2) 資料收集匯出容易，使用網路方式來進行資料收集，除了節省金錢外，另一個最大的改善即為資料建檔時間，只要施測對象完成填答歷程，資料建檔也同時完成，同時可以立即將資料匯出到統計軟體中進行後續的統計分析。自然科學態度量表網路施測程式與傳統紙筆填答方式比較如表 3-13。

表 3-13 網路施測程式與傳統紙筆填答方式比較表

	網路施測程式	傳統紙筆填答
金錢花費	無 可連上網路的電腦教室即可施測	印製問卷費用 大量施測時花費更多
資料建檔	簡易 只須將資料庫匯出即完成 資料不會出錯	耗費人力與時間 需由人力輸入資料，且有資料輸入錯誤的風險。
資料完整	透過程式檢驗機制會自動提醒施測對象漏填選項直到完成所有題目。	施測對象不易發現漏填選項，因漏答造成無效問卷的機會較大。
內容呈現	較多元 除了原本的文字呈現外，尚可以聲音、影片、動畫、圖片等多媒體方式呈現題目。	僅能以圖片或文字方式呈現內容。

自然科學態度量表網路施測程式系統流程圖，如圖 3-4 所示。

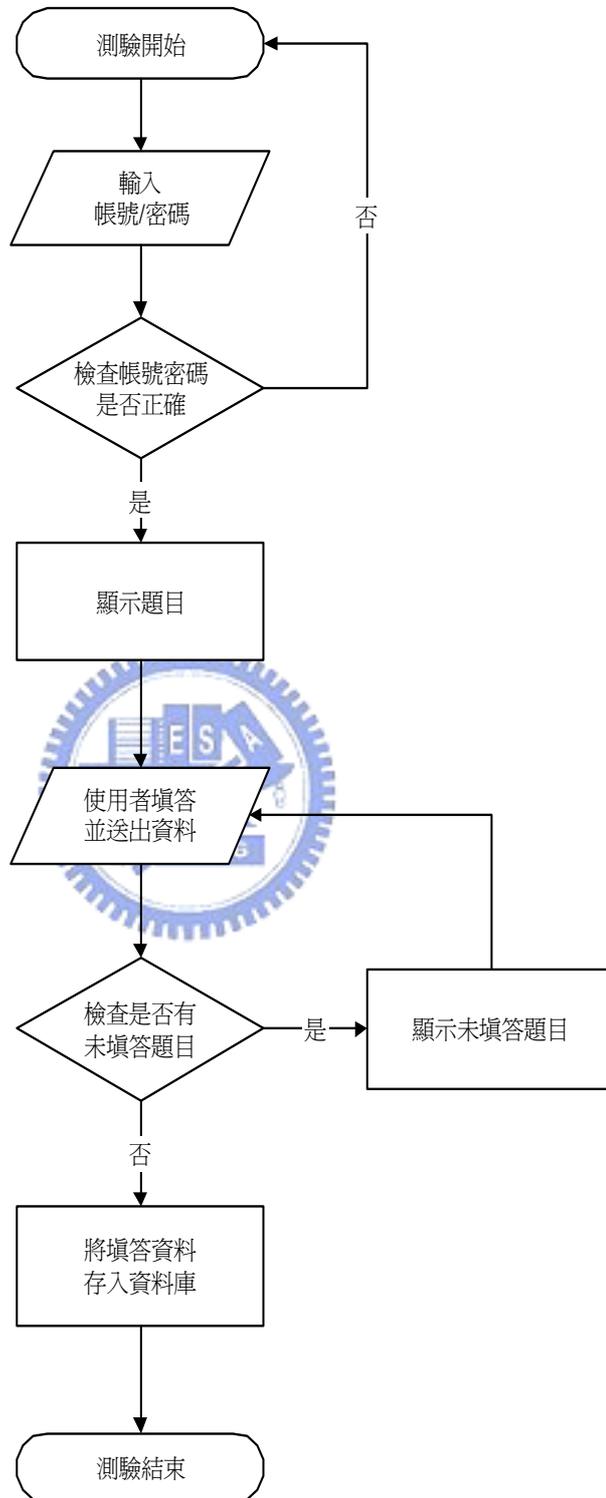


圖 3-4 自然科學態度量表網路程式系統流程圖

3.4.5 雙層式浮力另有概念網路施測程式

此程式是參考邱漢東（2003）的電動機相關概念網路施測程式，再針對本研究需要由研究者自行重新設計撰寫而成，具有以下特點：

- (1) 施測系統網路化：受試者透過能夠存取網路的電腦即可進行測驗，以目前學校環境而言，使用電腦資訊教室即可進行測驗；對管理教師而言，測驗前不需安裝任何軟體，只需透過系統管理介面將試題及學生帳號新增到系統中，即可進行測驗。
- (2) 存取管理功能：受試者使用唯一的帳號及密碼才能進入系統參與測驗，同時可以針對單一受試者紀錄完整的測驗歷程。
- (3) 完整管理介面：透過單一網頁圖形化介面即可針對試題、帳號、測驗歷程及資料分析做完整控管。
- (4) 試題呈現多元化：受試題目以資料庫方式儲存，可以文字及多媒體方式呈現多元化試題內容。
- (5) 作答歷程以資料庫方式儲存：便於系統做簡易資料處理分析及同時可將受測者填答資料以多重格式匯出，便於研究者進行統計分析研究。
- (6) 測驗流程控制：透過系統程式控制，受試者在填答完第一層選項後，才會依第一層選項出現對應的第二層選項，可避免受試者依據第二層選項猜測第一層選項答案，同時受試者無法利用回到上一頁功能去更改第一層選項。
- (7) 測驗回復功能：如果在填答過程中發生電腦當機、網路中斷或是系統故障，受試者可以在故障因素排除後重新登入系統繼續未完成部份，而不需重新填答所有題目。
- (8) 試題新增及編修功能：系統提供施測教師可以線上直接新增及編修題目、各

選項內容及其對應圖檔或動畫影音多媒體檔案，同時可以設定每一層次的正確選項，方便資料匯出時直接對受試結果做統計。圖 3-5 左邊為新增題目內容畫面，右半部為新增第一層選項畫面。



圖 3-5 新增試題管理畫面

- (9)、從系統的簡易分析可以對試題做二次篩選及修正，同時可針對單一使用者進行另有概念分析。
- (10) 答題時間記錄：研究者認為答題時間可能與答題正確率有某些關連，因此在系統中增加記錄受試者答題時間記錄功能，時間的計算起點以受試者進入每一層試題畫面為開始，當使用者將作答選項送出時為時間終點，其間的時間間隔為該題所需作答時間。

總分：19	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	5.1	5.2	6.1	6.2	7.1	7.2	8.1	8.2	9.1	9.2	10.1	10.2	11.1	11.2	12.1	12.2	13.1	13.2	14.1	14.2	15.1	15.2
時間：340.43	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	26.53	11.59	6.84	2.25	33.17	2.08	2.08	1.66	6.39	7.63	4.49	4.57	21.16	5	26.41	21.27	15.13	6.59	29.1	9.11	10.63	6.47	11.33	4.27	9.91	7.79	20.37	10.89	6.63	8.57

圖 3-6 答題時間記錄畫面

- (11) 開放原始碼授權：系統開發架構採用 GPL (General Public License) 的 PHP + MySQL + Apache 等開放原始碼工具，在沒有商業行為的學校環境中，使用本系統不需負擔版權及軟體費用，非常適合經費有限的中小學使用。

本研究所使用雙層式網路施測工具測驗流程圖如圖 3-7。

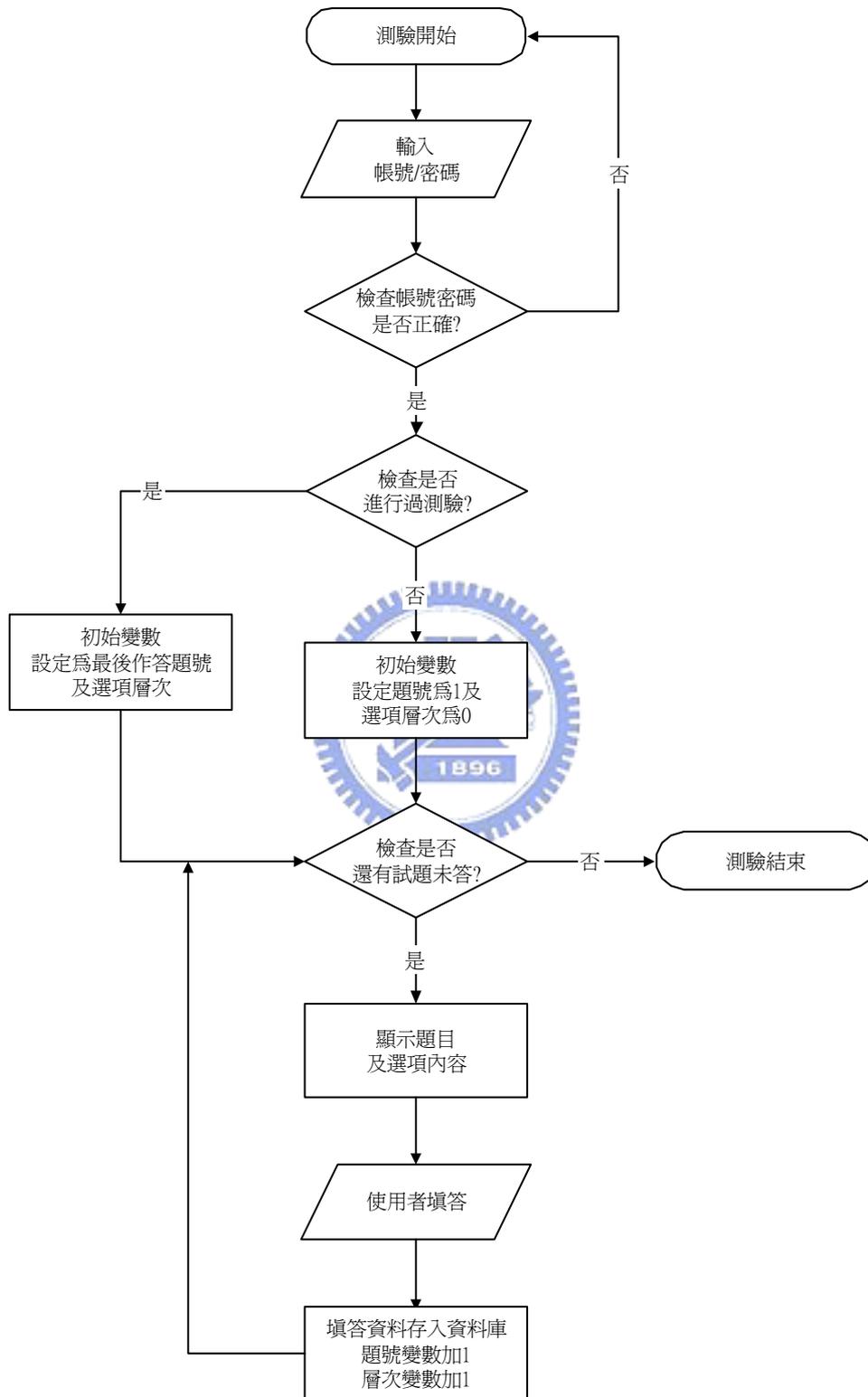


圖 3-7 雙層式網路施測工具測驗流程圖

另將研究者自行設計的雙層式網路施測系統（N-System）與邱漢東委請聚東公司系統工程師黃炳坤先生設計的網路施測程式（O-System），兩個系統功能列表比較，如表 3-14。

表 3-14 網路施測程式功能比較表

	O- SYSTEM	N-SYSTEM
開發工具	APACHE+CGI+FREEBSD	APACHE+PHP+LINUX
資料存取方式	文字檔案記錄題目、選項及 作答歷程	以 MYSQL 資料庫記錄題 目、選項及作答歷程
帳號管理	1、線上單人新增及刪除 2、可以 FTP 方式將帳號檔 案上傳達到大量建帳號 目的	1、線上單人新增及刪除 2、可以透過匯入功能線上 新增及刪除大量帳號
分析功能	教師可以將作答文字記錄 檔以 Ftp 方式下載再以人 工方式將資料整理後匯入 統計軟體分析。	教師可以線上進行每一題 答題率分析，及每一題各 班答題人數分析，或是針 對每一個使用者進行答題 歷程分析，同時所有結果 均可直接匯出到統計軟體 進行後續資料分析。
作答回復功能	受試者作答過程如果系統 故障，必須請教師將該生 作答資料刪除後在全部重 新作答，無法接續故障前 作答歷程。	受試者作答過程中如果系 統或網路發生故障，受試 者可以在問題排除後直接 登入系統繼續作答，不須 重做全部試題。
試題編修功能	1、教師需以固定格式編輯 題目及選項對照檔案後 以 FTP 方式上傳到伺服 器中。 2、修改試題時必須以 FTP 方式再次將檔案下載修 改完成後再次上傳。 3、題目及選項檔案格式如 有錯務則系統無法正常 執行。	1、新增、修改及刪除試題 全部功能均在線上完 成。 2、教師在透過網頁畫面將 題目及對應選項依照 系統畫面逐一輸入，系 統即自動存入對應資 料庫中，修改時亦同。 3、教師只須費心於題目內 容，不需擔心任何資訊 技術門檻。

表 3-14 網路施測程式功能比較表(續)

	O- SYSTEM	N-SYSTEM
管理介面	1、新增/刪除單人帳號 2、刪除單人作答歷程	1、帳號管理：增/刪單人、多人帳號及單人歷程資料。 2、試題管理：新增/修改/刪除試題。 3、歷程管理：檢視個人/班級答題歷程。 4、統計分析：每一題單一使用者/單一班級答題率分析；單一受試者答題歷程及時間分析出，作答歷程匯出功能；。
執行效能	受限於文字檔案存取速度，穩定度尚可。	以資料庫方式存取試題及作答歷程，穩定度較佳。

網路雙層式測驗系統操作畫面如下。圖 3-8 為受試者登入畫面；圖 3-9 為受試者進行測驗時第一層畫面；圖 3-10 為受試者選擇第一層選項後對應出現的第二層選項畫面；圖 3-11 為系統管理介面，可以在此進行帳號的新增、刪除，試題的編修，作答歷程檢視，作答統計預覽；圖 3-12 為帳號管理畫面，可以新增單人帳號或使用檔案匯入方式建立多人帳號，同時也可以觀看或刪除已完成測驗受試者作答歷程；圖 3-13 為測驗歷程統計畫面，從此畫面可以得知單一選項作答比例及每一選項選答受試者名單，可以依此進行試題的分析及個別化的學生另有概念分析。詳細系統功能介紹及操作畫面如附件二。



圖 3-8 受試者登入畫面

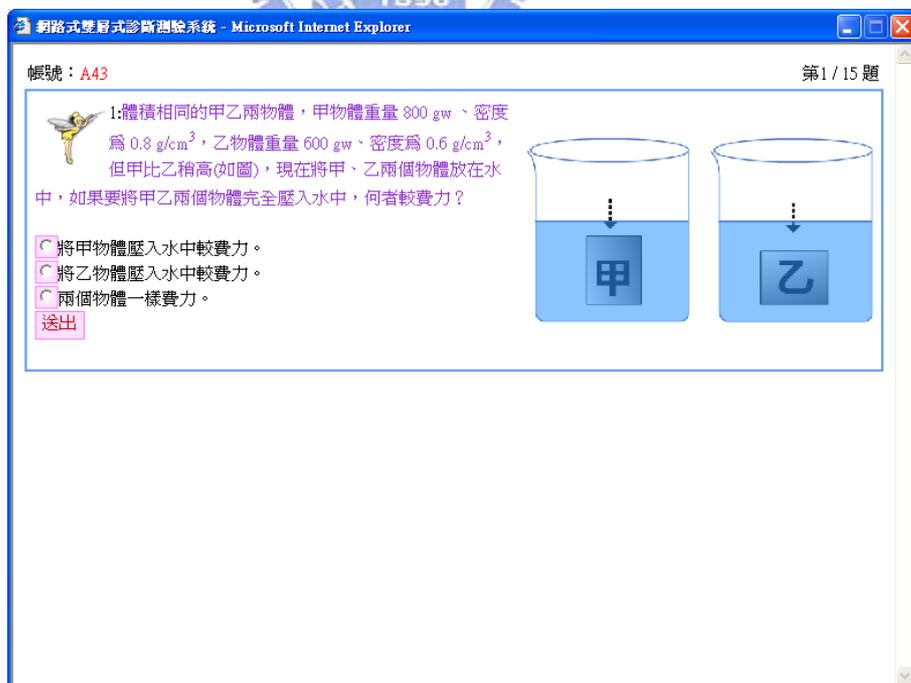


圖 3-9 試題及第一層選項畫面

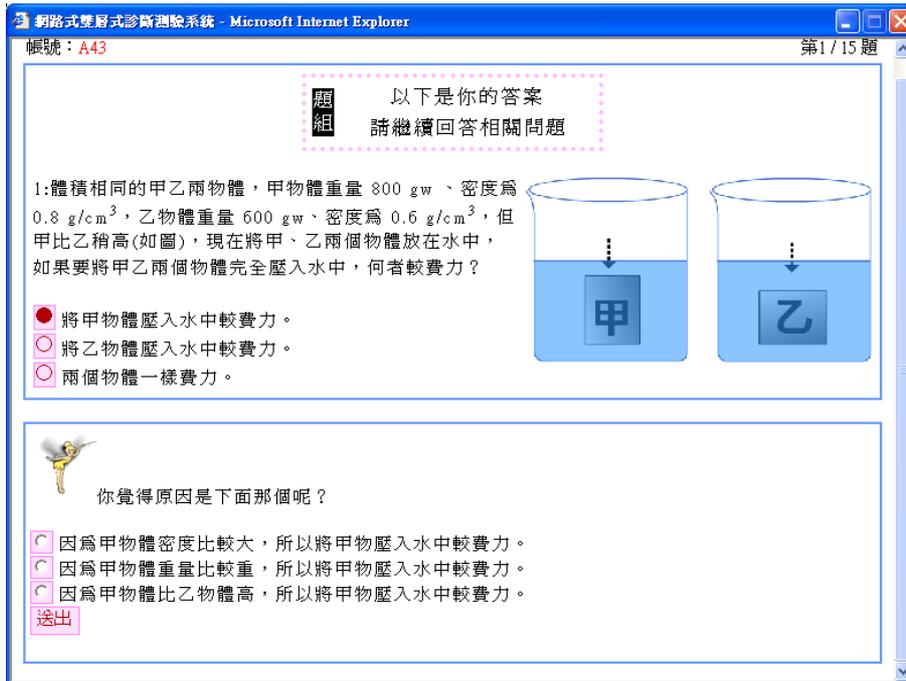


圖 3-10 第二層選項畫面



圖 3-11 系統管理畫面

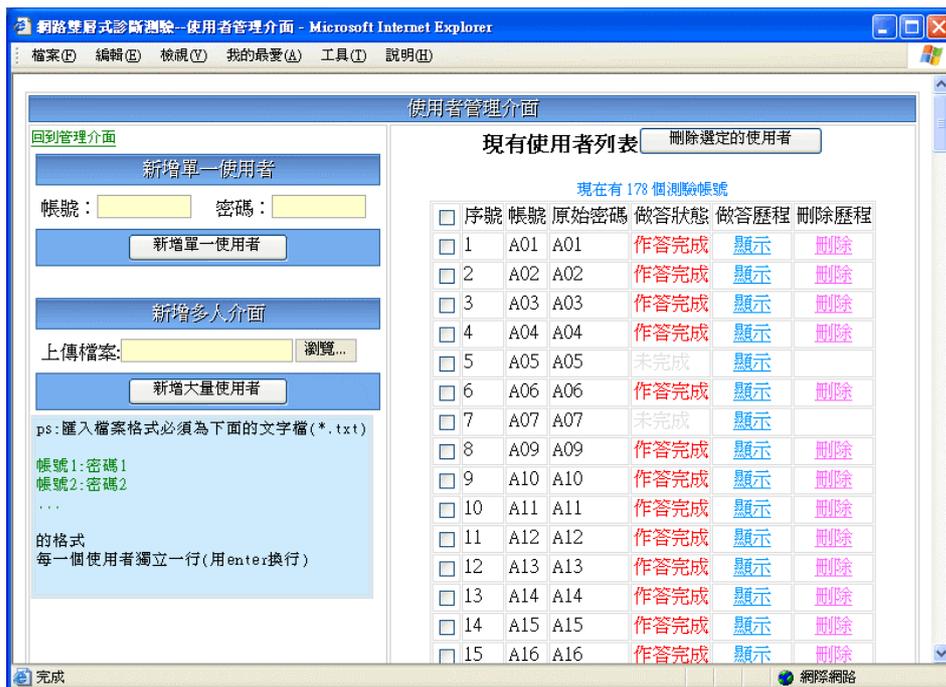


圖 3-12 使用者帳號新增/管理介面



圖 3-13 測驗歷程統計畫面

3.5 資料處理

在教學活動及測驗結束後，便著手將網路系統中資料匯出及對問題解決能力問卷進行資料建檔工作，採用 SPSS for Windows 10.0 版統計軟體進行資料分析。茲將各項問卷及測驗的統計分析說明如下：

- (一) 自然科學態度量表：以 T 檢定比較兩組學生的自然科學態度量表成績在前後測有何差異。並以前測成績為共變數，進行單因子共變數分析比較後測成績在兩組間有何差異存在。
- (二) 浮力另有概念雙層式網路測驗：以 T 檢定比較兩組前測得分及前後測得分差異上是否達顯著，最後再分別以『浮力另有概念雙層式網路測驗』前測成績及『自然科學態度量表前測成績』為共變數，比較實驗組與對照組在後測成績上組間有何差異存在。
- (三) 自然科學問題解決能力測驗：以 T 檢定比較兩組前測得分及前後測得分差異上是否達顯著，最後再分別以『自然科學問題解決能力測驗』前測成績及『自然科學態度量表前測成績』為共變數，比較實驗組與對照組在後測成績上組間有何差異存在。

第四章 研究結果與分析

本研究主要在探討『問題導向學習法』與『傳統教學法』對學生自然科學問題解決能力的影響，因此本章共分為四節，分別為『學習歷程』、『科學態度量表分析』、『結構化問題解決能力分析』、『非結構性問題解決能力分析』。

『學習歷程』主要在說明問題導向學習法在進行過程中，學生透過小組討論來進行問題解決的歷程；『結構化問題解決能力』，在本研究以『浮力另有概念雙層式測驗』來診斷學生在結構性問題的問題解決能力；再依據自然科學態度量表及浮力另有概念前後測所得的各項數據資料進行結構化問題解決能力分析；最後再以『國中學生自然科學問題解決能力測驗』來進行『非結構性問題解決能力』分析。詳細說明如下：

4.1 學習歷程



本研究將實驗對象分為實驗組與對照組，對照組採用『傳統主題教學法』，授課教師依照浮沉子製作流程編製講義，並於課堂上講授及示範製作整個流程，最後讓學生分組製作及完成教師指定目標，以此方式進行教學流程；實驗組採用『問題導向學習法』進行教學，先讓學生分組，依照教師所提供情境影片中的浮沉子進行試做，並詳細紀錄製作過程，完成後各組在外型上與情境影片中的浮沉子外型均相仿，且各組也都發現在保特瓶身施力可以讓浮沉子下沉，比較各組完成作品以及和情境影片的作品差異處，然後請各組以此為問題進行問題導向學習討論過程，並詳細紀錄每次討論內容於課後繳交，研究者從實驗班級的小組中任意選取一組，並將部份討論內容及分析結論整理如下：

[第三組第一次討論內容摘錄]

A 生：影片中的浮沉子除了可以上下移動外，它好像還會旋轉喔!?

B 生：可是要讓浮沉子沉下去要用好大的力耶。

C 生：我看別組的有些用力也才沉一點點就沉不下去了。

C 生：但是第五組的完全浮不起來，好奇怪喔。

D 生：我也有看到，還有啊，第五組的浮沉子裡面都是水耶，會不會是因為這樣
所以它才浮不起來阿！？

.....(省略部份與問題解決過程不相關內容)

F 生：那要怎麼樣才能讓它像影片中的浮沉子一樣旋轉呢？

E 生：把瓶子搖一搖會不會讓浮沉子旋轉呢？(搖動保特瓶)

B 生：沒有旋轉啊，它只又在那晃來晃去。

C 生：如果壓瓶子不同的地方，或許它也會旋轉喔！(在保特瓶身不同地方施力並
不斷的換位置)



C 生：也沒用...

A 生：先記下來，等一下再去找資料好了。

.....(省略部份與問題解決過程不相關內容)

D 生：這樣用力壓瓶子很累耶，可不可以讓它好壓一點...

A 生：那有沒人知道為什麼壓瓶子浮沉子就會沉下去呢？

F 生：會不會是壓瓶子的力量傳到浮沉子上，所以它才會下沉...

G 生：我知道，那是不是叫做“**巴斯卡原理**”啊！？

D 生：那這樣應該壓越大力，浮沉子會沉越下去才對啊。

D 生：可是第一組的不管怎麼壓都沉不下去，真是奇怪...

A 生：我剛才注意到，第一組的浮沉子裡面空空的什麼都沒有，好像一顆球浮在瓶子最上面...

.....(省略部份與問題解決過程不相關內容)

A 生：討論到現在大家都還有疑問的有(1)浮沉子會下沉的原理(2)如何讓浮沉子旋轉(3)巴斯卡原理和浮沉子有沒關係(4)壓瓶子的力量大小和浮沉子下沉有沒有關係。等一下大家就針對這些問題去找資料。

從第三組第一次的紀錄中可以發現：

- (1) 目前該組已經發現四個主要問題，並分配給同學進行資料收集的動作：(A)浮沉子會下沉的原理、(B)如何讓浮沉子旋轉、(C)巴斯卡原理和浮沉子有沒關係及(D)壓瓶子的力量大小和浮沉子下沉有沒有關係。
- (2) 在第一次的討論過程中，學生只是依照從情境影片及他組同學作品中觀察所得到的現象和相異處加以描述，僅有一位同學在討論過程中提到“巴斯卡定理”，可是對其內容並無多做說明，其它同學在討論過程中對與浮沉子相關的定理則沒有提及，由此可以推斷該組學生在日常生活中遭遇困難時，將所學到的學科知識用在解決問題的過程中比例仍然是偏低的。
- (3) 學生已經可以透過從情境問題的觀察、比較及討論的過程，發掘出與主題相關的問題，並試著將這些問題整理條列出來，以進行資料搜尋的動作。
- (4) 在討論內容中，該組學生提到所製作的浮沉子很難下沉，經研究者觀察發現，該組的浮沉子是完全密封的，雖然在浮沉子中有置入些許的鉛粒，但因浮沉子本體上並沒有戳洞，在壓擠瓶身時水份無法進入浮沉子中，因此很難下沉。
- (5) 另外，從觀察第五組及第一組的作品中，似乎也發現第五組浮不上來的原因是因為浮沉子裡面完全進水，所以才會導致浮沉子無法浮上來，而第一組的

作品則是因為浮沉子完全密封，且其中沒有任何重物，因此浮沉子本身狀似球類一般浮在瓶子上端，由此可以發現學生在問題解決的過程中，可以藉由參考他人的作品或與他人交換意見而得到新的啟發或是引起共鳴，更進一步發現其它新的問題。

[第三組第二次討論內容摘要]

A 生：我在網路上有找到資料說浮沉子的沉浮其實和它所受的“重力”和“浮力”有關。

A 生：上面的資料還說，如果重力等於浮力，浮沉子就靜止不動，如果重力大於浮力，浮沉子就會往下沉。

B 生：我知道為什麼我們的浮沉子要很用力才能讓它沉下去的原因了，因為我們這組的浮沉子沒有戳洞，所以用力壓保特瓶時，水沒有辦法跑到浮沉子裡面，這樣它的重量就不會增加，所以就很難沉下去囉。

.....(省略部份與問題解決過程不相關內容)

F 生：網路上的資料說，如果要讓浮沉子旋轉，只要在浮沉子的側下方戳一兩個小洞，這樣就可以了。

D 生：為什麼在旁邊戳洞就可以讓浮沉子旋轉呢？我不懂耶。

F 生：好像跟什麼“力矩”有關係吧！？我也看不太懂。

A 生：如果沒有人知道，就寫下來，在查資料囉。

.....(省略部份與問題解決過程不相關內容)

G 生：我有找到巴斯卡原理的資料，它是說：“液體受到壓力時，液體裡面每一個地方的壓力大小都一樣”。就是說，不管我們在保特瓶上用多大的力量，它都會傳到浮沉子那裡。

F 生：這跟浮沉子會不會下沉有關係嗎？

G 生：有啊，如果浮沉子受到的力量變大了，那水就會跑比較多進去啊，所以浮沉子的重量才會增加，它才會沉下去啊。

.....(省略部份與問題解決過程不相關內容)

F 生：好像一開始下沉的時候速度比較慢，到後來會變快喔。

C 生：沒有吧！

A 生：到越下面好像真的有變快耶。

D 生：難道深度和下沉速度有關係嗎？還是我們的錯覺啊！？

F 生：以前好像學過，“液體的壓力和深度好像成正比”，會不會是深度變深了，所以浮沉子受到的壓力變得更大，所以下沉的速度也變快了！？

E 生：我回去在找找看沒有相關資料好了，先把浮沉子改一改吧。

.....(中斷討論，對原有浮沉子進行修改試驗)

G 生：真好玩，現在手一放開浮沉子就會邊旋轉一邊浮上來。

B 生：對啊，多戳幾個洞，不用壓那麼大力就可以讓浮沉子沉下去。

C 生：那要怎樣才能讓兩個浮沉子不要同時沉下去呢？

B 生：簡單啊，就在它們上面戳不同數量的洞就好了啊。

D 生：可是現在不太會旋轉耶，雖然兩個浮沉子不會同時沉下去，可是上升時卻不太會轉動。

A 生：會不會是“洞戳太多”的關係啊？還是“戳洞的位置”呢？網路上只說側邊，也沒有說要在那一邊啊。

.....(省略部份與問題解決過程不相關內容)

A 生：整理一下今天大家的問題(1)浮沉子的旋轉和力矩有什麼關係？(2)洞的位置和旋轉的關係？(3)浮沉子在瓶中的深度和下沉速度的關係？找完資料後，下次在討論。

在第二次的討論過程中，可以明顯發現，學生經由資料搜集的過程，較能引起舊有經驗的共鳴，同時與他人討論及分享資料的過程中，也會喚起學生已經學過的知識。從第三組這次的討論中可以發現：

- (1) 該組新發現三個問題，(A)浮沉子的旋轉和力矩有什麼關係？(B)洞的位置和旋轉的關係？(C)浮沉子在瓶中的深度和下沉速度的關係？
- (2) 經過資料搜集的過程，學生在討論過程中較能和原有經驗相結合，例如在討論過程中提到深度和浮沉子下降速度的關係，F 生馬上聯想起曾經學過液體壓力的觀念。
- (3) 在浮沉子旋轉原因的討論過程中，因學生尚未學過力矩相關概念，因此即使所查到的資料中有提及力矩是造成浮沉子旋轉的主因，學生仍無法直接了解何謂力矩。
- (4) 學生能從觀察浮沉子沉浮的細微變化來發掘新的問題。在討論中學生從浮沉子表面凹陷、浮沉子內部進水、戳洞會造成浮沉子旋轉及戳洞的位置及多少會不會影響旋轉情形，這些現象學生均能以所搜集到的資料或是舊有經驗來提出解釋或疑問，雖然以科學的角度而言，這樣的解釋不一定正確，但在學生主動發掘問題的能力上，可算是一大邁進。

[第三組第三次討論內容摘要]

.....(省略部份與問題解決過程不相關內容)

B 生：我找到的資料說，“力矩是指讓物體轉動的量”，如果力矩越大物體越容易轉動。

D 生：那怎麼知道浮沉子的力矩多大呢？

B 生：書上說，要先找到“力到支點的垂直距離，在和力量大小相乘”就是力矩的大小囉。

.....(省略部份與問題解決過程不相關內容)

C 生：那浮沉子的支點在那裡？

A 生：網頁上說，旋轉的浮沉子是用浮沉子的“質量中心”做支點旋轉的。

G 生：那什麼又是質量中心啊？

A 生：它好像又叫做“重心”吧！書上說任何物體都有重心。

G 生：那和數學提到的重心有關係嗎？

B 生：應該是一樣的吧！以前數學課有說過啊，如果在三角形的重心施一個向上的力，那個三角形就會維持平衡喔。

.....(省略部份與問題解決過程不相關內容)

C 生：我還是不懂，那我們的浮沉子戳洞就會旋轉，到底跟重心、力矩有啥關係啊？

D 生：應該是當水從戳的洞中跑出來時對浮沉子的重心產生力矩，所以才會旋轉囉。

G 生：可是我們戳那麼多洞，那知道那個會讓浮沉子旋轉啊？

A 生：會不會是把每一個洞的力矩全部加起來啊！？

E 生：怎麼加呢？

A 生：我也不知道。問老師看看。

.....(省略部份與問題解決過程不相關內容)

C 生：上次有說到浮沉子下降時好像會加速嗎，應該是因為浮沉子下降時，所受的壓力變大，讓浮沉子裡面的空間變小，所以浮力變得更小，浮沉子因為裡面有水跑進去，重量增加，所以才會加速下沉。

G 生：為什麼重量增加，浮力變小就會加速下沉？

B 生：重量是向下的，浮力是向上的，當向下的力量變得比向上的力量大很多時，自然下沉的速度就會增加囉。...

.....(省略部份與問題解決過程不相關內容)

C 生：我發現，如果在浮沉子上亂戳洞，浮沉子就不太會旋轉，如果把洞集中在一邊的話，會轉得比較好。

A 生：可是不是有洞就會有力矩嗎？那應該是越多洞會轉得越好才對。跟洞集中在一邊或是分散應該沒有關係吧。

.....(省略部份與問題解決過程不相關內容)

第三次的討論，第三組將討論重心集中在浮沉子旋轉的原因上，這次的討論雖然沒有整理出新的問題，但是從討論內容中可以發現該組學生仍有疑惑存在。整理如下：

- (1) 研究者從討論摘要中可以發現該組仍有下列問題：(A) 如何求出浮沉子的重心？(2) 浮沉子所受合力矩如何計算？(3) 浮沉子合力和速度的關係。
- (2) 在研究進行前，學生已經學過數學上重心求法，因此對規則物體重心求法應可勝任，但浮沉子屬於不規則物體，且在沉浮過程中，浮沉子整體質量隨時

在改變，對國中生而言，此問題遠超過其能力，即使在大量搜集相關資料後，仍然無法對該問題提出一個合理的解決方法。

- (3) 學生已經能從搜集的資料中整理出，合力矩是造成浮沉子旋轉的主因，但是對於力矩具有方向性的資料卻未提及，而這也是造成學生在面對戳洞位置對浮沉子是否會旋轉，無法提出合理解釋的原因，因為缺乏完整的資料，使得問題解決的過程無法順利進行。

在第三次討論後已到研究者設定成品發表時間，由各組同學分別分享及展示完成的浮沉子，在各組展示的過程中，其它組別同學也可對展示作品提出問題，其中第三組對其它組別所提的問題多與浮沉子旋轉有關，包括如何求出浮沉子的旋轉力矩，戳洞位置和浮沉子旋轉的關係等。

從實驗組的討論過程中可以發現『問題導向學習』與『傳統主題教學』法最大的不同點在於，學習的歷程不再只是安排好的進度表，學生可以依照問題發掘的先後，一邊進行問題解決一邊進行學習活動，且學習的進度及流程完全由學生主控，這也正符合問題導向學習的特點——『自我導向學習』。同時在學習進行的過程中，學生除了能從同組的討論中分享與得到所須的知識，還可以透過與他組的分享互動得到更多知識需求上的滿足。

雖然在問題導向學習的過程中，學生沒有傳統教學法中教師的示範與指導，但最後各組均能夠達成教師所要求的目標，且所學得的知識遠多於教師所設定的目標。如果從浮沉子完成品的角度來比較，傳統教學法所完成的浮沉子和教師所示範製作的樣式幾乎完全相同，反觀問題導向學習的組別，在第一次試做時外觀上和情境影片中的浮沉子也幾乎相仿，但在經過討論後修正的成品則出現較多樣的變化，如眼藥水瓶製的浮沉子、原子筆蓋浮沉子等；相較之下，問題導向學習除了可以達到傳統學習的教學目標外，還多加了對學生創造力的啟發。

4.2 自然科學態度量表分析

研究者採用的『自然科學態度量表』(Attitudes Toward Nature Science Scale, 簡稱 ATNSS) 為修改自鄭湧涇及楊坤原(民 84)所提出的『對生物學態度問卷』, 且經信度檢驗及專家效化後的量表, 內容分為四個向度分別為:『對自然科學的態度』、『對學習自然科學的態度』、『對參與自然科學探討活動的態度』及『對自然學家和自然科學相關生涯的態度』。題目共 40 題, 且整體問卷的信度達 .913~.941, 對兩組學生均施以自然科學態度量表前後測, 兩組學生前測各向度信度值介於.798~.895 間, 後測各向度信度值則介於.791~.884 間。以下分三個部份來討論:『前測分析』、『前後測差異分析』及『後測分析』, 分述如下。

4.2.1 自然科學態度量表前測分析

以獨立樣本 T 檢定檢驗兩組學生在自然科學態度量表前測成績的差異, 結果如表 4-1, 由表中資料得知在各向度上實驗組均高於對照組, 但僅有『對自然學家和自然科學相關生涯的態度』達顯著差異, 整體問卷得分上未達顯著 ($t=1.39$, $p>.05$), 表示兩組在自然科學態度整體問卷的前測成績是相近的。

表 4-1 實驗組與對照組在自然科學態度量表前測成績的差異

項目	實驗組		對照組		平均差異 (實-對)	T 值
	平均值	標準差	平均值	標準差		
ATNSS1	39.06	6.65	36.16	6.23	2.90	1.77
ATNSS2	37.10	6.78	36.74	5.20	.35	0.23
ATNSS3	37.00	4.31	36.35	6.44	.65	0.46
ATNSS4	37.29	4.74	34.16	5.18	3.13	2.48*
整體問卷	150.26	18.92	143.42	19.72	6.84	1.39

註: * 表示 $p<.05$

ATNSS1 代表『對自然科學的態度』

ATNSS2 代表『對學習自然科學的態度』

ATNSS3 代表『對參與自然科學探討活動的態度』

ATNSS4 代表『對自然學家和自然科學相關生涯的態度』

4.2.2 自然科學態度量表前後測成績差異分析

為了比較實驗組與對照組在『自然科學態度量表』前後測成績是否有顯著差異，因此採用成對樣本 T 檢定分別對實驗組與對照組進行檢驗，研究結果下列各表：

表 4-2 對照組在自然科學態度量表前後測成績差異

項目	後測		前測		平均數 標準誤差異 (前-後)	T 值
	平均值	標準差	平均值	標準差		
ATNSS1	36.48	5.95	36.16	6.23	.19	1.71
ATNSS2	36.00	4.86	37.74	5.20	.21	1.24
ATNSS3	36.42	6.21	36.35	6.44	.36	0.17
ATNSS4	33.84	5.02	34.16	5.18	.25	-1.28
整體問卷	143.74	18.17	143.42	19.72	.62	0.51

註：ATNSS1 代表『對自然科學的態度』
ATNSS2 代表『對學習自然科學的態度』
ATNSS3 代表『對參與自然科學探討活動的態度』
ATNSS4 代表『對自然科學家和自然科學相關生涯的態度』

由表 4-2 得知，對照組在接受傳統教學後，在對自然科學態度的量表上，前後測整體得分上沒有達到顯著性差異 ($t=.51, p>.05$)，其中『對自然科學的態度』、『對學習自然科學的態度』及『對參與自然科學探討活動的態度』後測成績略高於前測成績，『對自然科學家和自然科學相關生涯的態度』則是前測成績略高於後測成績。

雖然對照組採用的教學方式為傳統教學法，但在研究過程中，學生可以分組討論並有較多機會親自動手實做，這些因素可能是導致對照組在前三個向度進步的主要原因，而『對自然科學家和自然科學相關生涯的態度』因為對照組教學內容在本次研究活動中並無主題和此向度有明顯相關，學生無法體驗或了解此一向度內涵，致使在此向度成績略微下降。

表 4-3 實驗組在自然科學態度量表前後測成績差異

項目	後測		前測		平均數 標準誤差異 (前-後)	T 值
	平均值	標準差	平均值	標準差		
ATNSS1	39.74	6.31	39.06	6.65	.31	2.16*
ATNSS2	37.71	7.31	37.10	6.78	.27	2.31*
ATNSS3	37.65	4.36	37.00	4.31	.19	3.32**
ATNSS4	37.55	4.76	37.29	4.74	.16	1.60
整體問卷	152.65	18.21	150.26	18.92	.56	4.26**

註：* 表示 $p < .05$ ** 表示 $p < .01$

ATNSS1 代表『對自然科學的態度』

ATNSS2 代表『對學習自然科學的態度』

ATNSS3 代表『對參與自然科學探討活動的態度』

ATNSS4 代表『對自然科學家和自然科學相關生涯的態度』

從表 4-3 中得知，實驗組在接受問題導向教學後，在自然科學態度態度量表上，前後測整體的分達到顯著差異($t=4.26, p < .01$)，表示問題導向教學法有助於提升學生對自然科學的態度；如果從各向度來看，在『對自然科學的態度』、『對學習自然科學的態度』及『對參與自然科學探討活動的態度』三個向度上也達到顯著差異($p < .05$)，在『對自然科學家和自然科學相關生涯的態度』上雖未達顯著差異，但後測成績略高於前測成績。

從研究結果得知，問題導向學習有助於提升學生在『對自然科學的態度』、『對學習自然科學的態度』、『對參與自然科學探討活動的態度』及整體對自然科學的態度，但與對照組相仿的是兩組在『對自然科學家和自然科學相關生涯的態度』該向度上均未達顯著，研究者推論可能原因為學生在進行問題導向學習的過程中，學習過程多為學習者主導，和此向度有關的學習比較沒有直接相關，因此導致該向度前後測成績未達顯著差異。

4.2.3 自然科學態度量表後測分析

為了更加了解自變項(實驗效果)，對依變項(自然科學態度量表後測成績)的解釋力，資料分析以『自然科學態度量表前測成績』為共變項，進行單因子共變數分析，考驗學生在經過『問題導向學習』和『傳統主題教學』後在自然科學態度量表的後測成績上是否有顯著差異，以控制變項(前測成績)與依變項(後測成績)間的共變為基礎，進行調整，得到排除控制變項(前測成績)影響的單純統計量(邱皓政，2002)。表 4-4 為兩組的後測調整平均數，用來表示兩組排除前測分數的得分情形；之後再進行同質性考驗，以瞭解在教學實驗之前，兩組學生的自然科學態度量表是否有差異存在，結果如表 4-5。

表 4-4 實驗組與對照組在『自然科學態度量表』及各向度測驗後測調整平均數

	實驗組	對照組
ATNSS1	38.394	37.832
ATNSS2	37.532	37.178
ATNSS3	37.344	36.721
ATNSS4	35.958	35.339
整體問卷	149.379	146.918

註：ATNSS1 代表『對自然科學的態度』

ATNSS2 代表『對學習自然科學的態度』

ATNSS3 代表『對參與自然科學探討活動的態度』

ATNSS4 代表『對自然科學家和自然科學相關生涯的態度』

表 4-5 自然科學態度量表總分及各向度得分組內迴歸係數同質性考驗摘要表

項目名稱	F	P
ATNSS1	.231	.632 N.S.
ATNSS2	3.512	.066 N.S.
ATNSS3	.634	.429 N.S.
ATNSS4	.910	.344 N.S.
整體問卷	1.019	.317 N.S.

註：N.S. 表示未達顯著差異

ATNSS1 代表『對自然科學的態度』

ATNSS2 代表『對學習自然科學的態度』

ATNSS3 代表『對參與自然科學探討活動的態度』

ATNSS4 代表『對自然科學家和自然科學相關生涯的態度』

一、實驗組與對照組在『對自然科學的態度』向度得分之比較

由表 4-5 組內迴歸係數同質性考驗摘要表，發現『對自然科學的態度』迴歸係數具有同質性 ($F=.231, P>.05$)，表示實驗組與對照組在『對自然科學的態度』該向度的組內迴歸係數同質性假設成立，因此進行共變數分析。由表 4-6 可知：在排除共變項（前測）的影響後，實驗組與對照組學生在『對自然科學的態度』後測成績未達顯著差異 ($F=2.478, P>.05$)。

表 4-6 『對自然科學的態度』向度共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (ms)	F 值
組間(教學方法)	4.655	1	4.655	2.478
組內(誤差)	131.532	70	1.879	

二、實驗組與對照組在『對學習自然科學的態度』向度得分之比較

由表 4-5 組內迴歸係數同質性考驗摘要表，發現『對學習自然科學的態度』迴歸係數具有同質性 ($F=3.512, P>.05$)，表示實驗組與對照組在『對學習自然科學的態度』該向度的組內迴歸係數同質性假設成立，因此進行共變數分析。由表 4-7 可知：在排除共變項（前測）的影響後，實驗組與對照組學生在『對學習自然科學的態度』後測成績未達顯著差異 ($F=1.086, P>.05$)。

表 4-7 『對學習自然科學的態度』向度共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (ms)	F 值
組間(教學方法)	1.937	1	1.937	1.086
組內(誤差)	122.365	70	1.748	

三、實驗組與對照組在『對參與自然科學探討活動的態度』向度得分之比較

由表 4-5 組內迴歸係數同質性考驗摘要表，發現『對參與自然科學探討活動的態度』迴歸係數具有同質性 ($F=.634, P>.05$)，表示實驗組與對照組在『對參與自然科學探討活動的態度』該向度的組內迴歸係數同質性假設成立，因此進行共變數分析。由表 4-8 可知：在排除共變項（前測）的影響後，實驗組與對照組學生在『對參與自然科學探討活動的態度』後測成績未達顯著差異 ($F=2.332, P>.05$)。

表 4-8 『對參與自然科學探討活動的態度』向度共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (ms)	F 值
組間(教學方法)	5.985	1	5.985	2.332
組內(誤差)	179.629	70	2.566	

四、實驗組與對照組在『對自然科學家和自然科學相關生涯的態度』向度得分之比較

由表 4-5 組內迴歸係數同質性考驗摘要表，發現『對自然科學家和自然科學相關生涯的態度』迴歸係數達到顯著 ($F=.910, P>.05$)，表示實驗組與對照組在『對自然科學家和自然科學相關生涯的態度』該向度的組內迴歸係數同質性假設成立，因此進行共變數分析。由表 4-9 可知：在排除共變項（前測）的影響後，實驗組與對照組學生在『對自然科學家和自然科學相關生涯的態度』該向度得分差異未達顯著水準 ($F=3.861, p>.05$)。

表 4-9 『對自然科學家和自然科學相關生涯的態度』向度共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (ms)	F 值
組間(教學方法)	5.494	1	5.494	3.861
組內(誤差)	99.618	70	1.423	

五、實驗組與對照組在『自然科學態度量表』得分之比較

由表 4-5 組內迴歸係數同質性考驗摘要表，發現『自然科學態度量表』整體問卷迴歸係數具有同質性 ($F=.111, P>.05$)，表示實驗組與對照組在『自然科學態度量表』整體問卷的組內迴歸係數同質性假設成立，因此進行共變數分析。由表 4-10 可知：在排除共變項（前測）的影響後，實驗組與對照組學生在『自然科學態度量表』得分的差異未達統計上的顯著水準 ($F=3.953, P>.05$)。

表 4-10 『自然科學態度量表』共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (ms)	F 值
組間(教學方法)	35.677	1	35.677	3.953
組內(誤差)	631.757	70	9.025	

六、小結

綜合上述，實驗組學生在『自然科學態度量表』整體問卷得分上，及『對自然科學的態度』、『對學習自然科學的態度』、『對參與自然科學探討活動的態度』及『對自然科學家和自然科學相關生涯的態度』四個向度得分上，實驗組優於對照組但未達統計上顯著差異；結果顯示經過不同教學法後，實驗組與對照組在自然科學態度上是沒有差異的。

4.3 結構化問題解決能力分析

在本研究中以『浮力另有概念雙層式網路測驗』，做為評量學生『結構化問題解決能力』的工具，透過浮力另有概念雙層式網路測驗前後測的成績來分析學生在經過『問題導向學習』與『傳統主題教學』的教學過程後，在『結構化問題解決能力』上是否有差異。浮力另有概念雙層式網路測驗的計分方式依據蔡今中（2001）的研究，採用分層答對給分方式，答對第一層的選項給一分，答對該題第二層選項在給一分，每題最高得分為二分。浮力另有概念網路雙層式測驗共有十五題，滿分為三十分。以下分三個部份進行分析：『浮力另有概念網路雙層式問卷測驗分析』、『浮力另有概念網路雙層式問卷前後測差異分析』及『後測分析』。

4.3.1 浮力另有概念網路雙層式問卷前測分析

為了了解在研究進行前，實驗組與對照組在『結構性問題解決能力』上是否有差異，因此以獨立樣本 T 檢定進行同質性檢驗。研究結果如表 4-11，由表中資料得知，浮力另有概念網路雙層式問卷前測成績第一層選項得分平均，實驗組略高於對照組，在第二層選項得分及總分平均上均為對照組高於實驗組，但在總分及兩個層次得分上均未達到顯著 ($t=.226, p>.05$)，表示實驗組與對照組於研究進行前在結構性問題解決能力上是沒有顯著差異的。

表 4-11 實驗組與對照組在浮力另有概念雙層式測驗前測差異

項目	對照組		實驗組		平均差異 (對-實)	T 值
	平均值	標準差	平均值	標準差		
SLV1	7.43	2.50	7.46	2.66	-.03	-.045
SLV2	4.19	2.11	3.92	2.52	.27	.500
SCORE	11.62	4.32	11.38	4.91	.24	.226

註：SLV1：第一層得分 SLV2：第二層得分 SCORE：總分

4.3.2 浮力另有概念網路雙層式問卷前後測差異分析

為了比較實驗組與對照組在『浮力另有概念網路雙層式測驗』前後測成績上是否有顯著差異，因此採用成對樣本 T 檢定分別對實驗組與對照組進行檢驗，研究結果下列各表：

表 4-12 對照組在浮力另有概念網路雙層式問卷前後測成績差異

項目	後測		前測		平均數 標準誤差異 (後-前)	T 值
	平均值	標準差	平均值	標準差		
SLV1	7.46	2.81	7.43	2.50	.05	.154
SLV2	4.11	2.38	4.19	2.11	.04	-.517
SCORE	11.57	4.94	11.62	4.32	.10	-.197

註：SLV1：第一層得分 SLV2：第二層得分 SCORE：總分

由表 4-12 資料得知，對照組在經過傳統教學後，在結構性問題解決能力前後測整體的分上並未達到顯著差異，其中在第一層選項得分上後測成績略高於前測得分，但在總分及第二層選項得分上則為前測成績略高於後測成績。由此推測對照組在傳統教學的過程中，只將注意力集中在主題的挑戰與完成，且對於教學主題其後的相關原理均由教師主動灌輸給學生，學生缺乏自主發掘問題與解決問題的歷程，因此在經過教學活動後在結構性問題解決能力上依然未見提升。

表 4-13 實驗組在浮力另有概念網路雙層式問卷前後測成績差異

項目	後測		前測		平均數 標準誤差異 (前-後)	T 值
	平均值	標準差	平均值	標準差		
SLV1	7.86	2.64	7.46	2.66	-.01	1.458
SLV2	4.65	2.96	3.92	2.52	.08	2.700*
SCORE	12.51	5.45	11.38	4.91	.09	2.457*

註：* 表 $p < .05$

SLV1：第一層得分 SLV2：第二層得分 SCORE：總分

從表 4-13 的研究資料得知，實驗組在接受問題導向教學後，在第二層選項得分上前後測成績達到顯著差異 ($t=2.700, p < .05$)，且在浮力另有概念網路雙層式測驗前後測整體得分上也達到顯著差異 ($t=2.457, p < .05$)，表示問題導向學習有助學生提升『結構性問題解決能力』及深度思考的能力。另外在第一層的得分上，後測成績略高於前測成績，但未達顯著差異。

從以上研究結果得知，學生經過不同教學法後在第一層選項得分前後測成績上，雖略有進步但是均未達統計上的差異。推論原因可能為在研究進行前兩組學生均接受過浮力課程，且對浮力有相同程度上的了解，因此在第一層選項上兩組學生前後測成績均沒有顯著差異，顯示不管是問題導向學習法或是傳統教學法對改變學生在浮力的另有概念仍有相當的難度。

4.3.3 浮力另有概念網路雙層式問卷後測分析

為了解自變項(實驗效果)，對依變項(浮力另有概念後測成績)的解釋力，資料分析以『浮力另有概念前測成績』為共變項，進行單因子共變數分析，考驗學生在經過『問題導向學習』和『傳統主題教學』後在浮力另有概念的後測成績上是否有顯著差異。表 4-14 為兩組的後測調整平均數，用來表示兩組排除前測分數的得分情形；之後再進行同質性考驗，以瞭解在教學實驗之前，兩組學生的浮力另有概念是否有差異存在，結果如表 4-15。

表 4-14 實驗組與對照組在『浮力另有概念』總分及各層測驗得分後測調整平均數

	實驗組	對照組
SLV1	7.853	7.472
SLV2	4.784	3.973
SCORE	12.637	11.445

註：SLV1：第一層得分 SLV2：第二層得分 SCORE：總分

表 4-15 浮力另有概念總分及各層次得分組內迴歸係數同質性考驗摘要表

項目名稱	F	P
SLV1	3.392	.070 N. S.
SLV2	.151	.692 N. S.
SCORE	1.141	.289 N. S.

註：N. S. 表示未達顯著差異

SLV1：第一層得分 SLV2：第二層得分 SCORE：總分

一、實驗組與對照組在浮力另有概念第一層選項得分比較

由表 4-15 組內迴歸係數同質性考驗摘要表，發現『浮力另有概念』第一層選項得分迴歸係數具同質性 ($F=3.392, P>.05$)，表示實驗組與對照組在『浮力另有概念』第一層選項的組內迴歸係數同質性假設成立，因此進行共變數分析。由表 4-16 可知：在排除共變項（前測）的影響後，實驗組與對照組學生在『浮力另有概念』第一層選項得分的差異未達顯著水準 ($F=1.363, p>.05$)。

表 4-16 『浮力另有概念』第一層選項得分共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (ms)	F 值
組間(教學方法)	2.684	1	2.684	1.363
組內(誤差)	139.801	71	1.969	

二、實驗組與對照組在浮力另有概念第二層選項得分比較

由表 4-15 組內迴歸係數同質性考驗摘要表，發現『浮力另有概念』第二層選

項得分迴歸係數具有同質性 ($F=.151, P>.05$)，表示實驗組與對照組在『浮力另有概念』第二層選項的組內迴歸係數同質性假設成立，因此進行共變數分析。由表 4-17 可知：在排除共變項（前測）的影響後，實驗組與對照組學生在『浮力另有概念』第二層選項得分的差異達顯著水準 ($F=6.625, p<.05$)。由表 4-14 可知：實驗組得分高於對照組 ($4.784>3.973$)。再進一步以參數估計方式進行成對比較，結果顯示，實驗組在『浮力另有概念』第二層選項得分顯著高於對照組。表 4-18 為成對比較摘要表。

表 4-17 『浮力另有概念』第二層選項共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (ms)	F 值
組間(教學方法)	12.136	1	12.136	6.625*
組內(誤差)	130.053	71	1.832	

註：* 表 $p<.05$

表 4-18 『浮力另有概念』第二層選項成對比較摘要表

班級(I)	班級(J)	平均數差異 (I-J)	標準誤
實驗組	對照組	.811*	.315
對照組	實驗組	-.811*	.315

註：* 表 $p<.05$

三、實驗組與對照組在浮力另有概念得分比較

由表 4-15 組內迴歸係數同質性考驗摘要表，發現『浮力另有概念』整體得分迴歸係數具有同質性 ($F=1.141, P>.05$)，表示實驗組與對照組在『浮力另有概念』整體得分的組內迴歸係數同質性假設成立，因此進行共變數分析。由表 4-19 可知：在排除共變項（前測）的影響後，實驗組與對照組學生在『浮力另有概念』整體得分的差異達顯著水準 ($F=4.847, p<.05$)。由表 4-14 可知：實驗組得分高於對照組 ($12.637>11.445$)。再以參數估計進行事後比較，結果顯示，實驗組在『浮力另

有概念』得分顯著高於對照組。表 4-20 為成對比較摘要表。

表 4-19 『浮力另有概念』共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (ms)	F 值
組間(教學方法)	26.222	1	26.222	4.847*
組內(誤差)	384.133	71	5.410	

註：* 表 $p < .05$

表 4-20 『浮力另有概念』成對比較摘要表

班級(I)	班級(J)	平均數差異 (I-J)	標準誤
實驗組	對照組	1.191*	.541
對照組	實驗組	-1.197*	.541

註：* 表 $p < .05$

四、實驗組與對照組排除『自然科學態度量表成績』後對浮力另有概念 得分比較



另外為了排除自然科學態度對浮力另有概念後測成績的影響，因此以自然科學態度量表前測成績為共變數，浮力另有概念後測成績為依變項，進行單因子共變數分析，以考驗實驗組與對照組在『浮力另有概念』得分的差異情形。表 4-21 為調整後的平均值，用來表示兩組排除自然科學態度量表前測分數的得分情形。之後進行同質性考驗，結果如表 4-22 所示。

表 4-21 實驗組與對照組在『浮力另有概念』後測調整平均數

	實驗組	對照組
總分	12.069	12.012

表 4-22 浮力另有概念總分組內迴歸係數同質性考驗摘要表

項目名稱	F	P
總分	1.769	.188 N.S.

註：N.S. 表示未達顯著差異

由表 4-22 組內迴歸係數同質性考驗摘要表發現『浮力另有概念』整體得分迴歸係數具有同質性 ($F=1.769, P>.05$)，表示實驗組與對照組在『浮力另有概念』整體得分的組內迴歸係數同質性假設成立，因此進行共變數分析。由表 4-23 知，在排除共變項（自然科學態度量表前測成績）的影響後，實驗組與對照組在『浮力另有概念』得分的差異未達顯著水準 ($F=.003, P>.05$)。

表 4-23 『浮力另有概念』共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (ms)	F 值
組間(教學方法)	5.854E-02	1	5.854E-02	.003
組內(誤差)	1612.241	71	22.708	

此一結果顯示，學生在自然科學態度上如有正向的表現，將可提升問題導向學習法的結構性問題解決能力。此一結果和邱漢東（2003）的研究結果相應和。



五、小結

綜合以上所述，實驗組學生在『浮力另有概念雙層式測驗總分』及『第二層選項得分』上，顯著高於控制組學生。而實驗組與控制組學生在『第一層選項得分』並無顯著差異，同時在排除自然科學態度量表前測成績後，實驗組與對照組在浮力另有概念後測得分上亦無顯著差異。整個結果如表 4-24 所示。

表 4-24 結構性問題解決能力實驗結果一覽表

項目名稱	結果
第一層選項得分	未達顯著差異
第二層選項得分	實驗組優於對照組
總測驗	實驗組優於對照組

4.4 非結構性問題解決能力分析

本研究以『自然科學問題解決能力測驗』，做為評量學生『非結構化問題解決能力』的依據，透過自然科學問題解決能力測驗的成績來比較學生在經過『問題導向學習』與『傳統主題教學』過程後，在非結構化問題解決能力上是否有所差異。

『自然科學問題解決能力測驗』計分方式，依據郭伯銓(2001)所發展的『國中學生問題解決能力測驗』評分標準，根據學生填答的正確程度給予不同等級的分數，最高為三分，最低為零分。自然科學問題解決能力測驗共有五大題，每一大題有五小題，其中每個情境題的第一小題、第三小題及第四小題為多重答案，受試者填答的正確答案每個一分，填答的數目越多分數越高，因此沒有得分上限；每個大題的第二小題及第五小題為單一答案，得分介於零分到三分之間。以下分三個部份進行分析：『自然科學問題解決能力前測分析』、『自然科學問題解決能力前後測差異分析』及『後測分析』。



4.4.1 自然科學問題解決能力前測分析

以獨立樣本 T 檢定檢驗兩組學生在自然科學問題解決能力測驗前測的差異，結果如表 4-25，由表中資料得知在各向度及整體得分上均未達統計上的顯著，表示兩組學生在自然科學問題解決能力的前測成績是沒有差異的，即兩組學生在進行教學研究之前的非結構性問題解決能力具有同質性是沒有差異的。

表 4-25 實驗組與對照組在自然科學問題解決能力前測成績的差異

項目	實驗組		對照組		平均差異 (實-對)	T 值
	平均值	標準差	平均值	標準差		
PSAS1	5.77	1.59	5.68	1.64	.09	.216
PSAS2	6.47	3.22	6.81	1.94	-.34	-.497
PSAS3	3.87	1.98	3.61	1.65	.26	.545
PSAS4	5.17	3.04	5.61	2.79	-.45	-.598
PSAS5	7.90	4.56	9.39	3.69	-1.49	-1.402
整體得分	29.17	9.72	31.10	7.59	-1.93	-.866

註：PSAS1 代表『問題察覺』
 PSAS2 代表『問題再定義』
 PSAS3 代表『原因推測』
 PSAS4 代表『提出想法』
 PSAS5 代表『尋求最佳方案』

4.4.2 自然科學問題解決能力前後測成績差異分析

為了比較實驗組與對照組兩組學生在接受不同教學法後在自然科學問題解決能力前後測成績是否有顯著差異，因此採用成對樣本 T 檢定分別對實驗組與對照組進行檢驗，研究結果如下列各表：

表 4-26 對照組在自然科學問題解決能力測驗前後測成績差異

項目	後測		前測		平均差異 (前-後)	T 值
	平均值	標準差	平均值	標準差		
PSAS1	5.55	1.59	5.68	1.64	.13	-1.278
PSAS2	6.65	2.23	6.81	1.94	.16	-.895
PSAS3	3.74	1.29	3.61	1.65	-.13	1.000
PSAS4	5.55	2.31	5.61	2.79	6.45E-02	-.312
PSAS5	9.48	3.53	9.39	3.69	-9.68E-02	.266
整體得分	31.00	6.50	31.10	7.59	9.68E-02	-.193

註：PSAS1 代表『問題察覺』
 PSAS2 代表『問題再定義』
 PSAS3 代表『原因推測』
 PSAS4 代表『提出想法』
 PSAS5 代表『尋求最佳方案』

由表 4-26 得知，對照組在接受傳統教學後，在自然科學問題解決能力測驗得分上，前後測整體得分差異沒有達到統計上的顯著水準 ($t=-.193, p>.05$)，其中『問題察覺』、『問題再定義』、『提出想法』及『尋求最佳方案』前測成績略高於後測成績，而『原因推測』的得分則是後測成績略高於前測成績。

對照組教學的過程中教學方式以傳統教學輔以分組討論，傳統的教學法中多以結構性良好的問題來進行教學活動，對於非結構性的問題則顯少著墨，這是對照組在非結構性問題解決能力沒有顯著增加的可能原因。

表 4-27 實驗組在自然科學問題解決能力測驗前後測成績差異

項目	後測		前測		平均差異 (前-後)	T 值
	平均值	標準差	平均值	標準差		
psas1	5.97	1.40	5.77	1.59	-.20	1.361
PSAS2	6.67	2.81	6.47	3.22	-.20	1.293
PSAS3	4.03	1.73	3.87	1.98	-.17	1.223
PSAS4	6.27	2.50	5.17	3.04	-1.10	4.097**
PSAS5	9.77	3.50	7.90	4.56	-1.87	4.388**
整體得分	32.70	6.80	29.17	9.72	-3.53	4.329**

註：** 表示 $p<.01$

PSAS1 代表『問題察覺』

PSAS2 代表『問題再定義』

PSAS3 代表『原因推測』

PSAS4 代表『提出想法』

PSAS5 代表『尋求最佳方案』

由表 4-27 得知，實驗組在經過『問題導向教學』活動後，在『自然科學問題解決能力測驗』得分上，前後測整體成績差異達到統計上的顯著水準 ($t=4.329, p<.01$)，表示問題導向學習有助於提升學生的自然科學問題解決能力；如果從各向度來看，在『提出想法』及『尋求最佳方案』兩個向度前後測得分差異也達到統計上的顯著水準 ($p<.01$)，在『問題察覺』、『問題再定義』及『原因推測』上雖然前後測成績差異未達顯著水準，但後測成績均略高於前測成績。

從研究結果得知，『問題導向學習』對學生的『自然科學問題解決能力』有正向的提升，其中在『提出想法』及『尋求最佳方案』兩個向度上有正向且顯著的差異，表示學生在經過『問題導向學習』法的教學過程後，學生較能主動表達對問題的想法，而且對於利用既有科學概念來解決問題的能力也有正向且顯著的提升。

4.4.3 自然科學問題解決能力後測分析

為了更加了解自變項（實驗效果），對依變項（自然科學問題解決能力）的解釋力，資料分析以『自然科學問題解決能力前測成績』為共變項，進行單因子共變數分析，考驗學生在經過問題導向學習和傳統教學後在自然科學問題解決能力的後測成績是否有顯著差異。表 4-28 為兩組的後測調整平均值，用來表示兩組排除前測分數的得分情形；之後在進行同質性考驗，以瞭解在教學實驗之前，兩組學生在自然科學問題解決能力前測成績是否有差異存在，結果如表 4-29。以下將依照各向度分別探討，在排除共變數影響（前測成績）後，實驗組與對照組在各向度後測成績是否有所差異。

表 4-28 實驗組與對照組在『自然科學問題解決能力』及各向度測驗後測調整平均數

	實驗組	對照組
PSAS1	5.929	5.585
PSAS2	6.821	6.496
PSAS3	3.934	3.838
PSAS4	6.434	5.386
PSAS5	10.312	8.956
整體得分	33.388	30.335

註：PSAS1 代表

PSAS2 代表『問題再定義』

PSAS3 代表『原因推測』

PSAS4 代表『提出想法』

PSAS5 代表『尋求最佳方案』

表 4-29 自然科學態度量表總分及各向度得分組內迴歸係數同質性考驗摘要表

項目名稱	F	P
PSAS1	2.097	.153 N.S.
PSAS2	3.556	.064 N.S.
PSAS3	1.300	.259 N.S.
PSAS4	.124	.726 N.S.
PSAS5	1.432	.236 N.S.
整體得分	3.986	.051 N.S.

註：PSAS1 代表『問題察覺』
 PSAS2 代表『問題再定義』
 PSAS3 代表『原因推測』
 PSAS4 代表『提出想法』
 PSAS5 代表『尋求最佳方案』

一、實驗組與對照組在『問題察覺』向度得分之比較

由表 4-29 組內迴歸係數同質性考驗摘要表，發現在『問題察覺』向度的迴歸係數未達統計上的顯著 ($F=2.097, P>.05$) 表示實驗組與對照組在『問題察覺』該向度的組內迴歸係數同質性假設成立，因此進行共變數分析。由表 4-30 可知，在排除共變項（前測成績）的影響後，實驗組與對照組在『問題察覺』後測成績的差異達統計上的顯著水準 ($F=4.295, P<.05$)。由表 4-28 可知：實驗組得分高於對照組 ($5.929>5.585$)。再以參數估計進行事後比較，結果顯示，實驗組在『問題察覺』得分顯著高於對照組。表 4-31 為成對比較摘要表。

表 4-30 『問題察覺』向度共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (ms)	F 值
組間(教學方法)	1.797	1	1.797	4.295*
組內(誤差)	29.265	70	.418	

註：* 表 $p<.05$

表 4-31 『問題察覺』成對比較摘要表

班級(I)	班級(J)	平均數差異 (I-J)	標準誤
實驗組	對照組	.343*	.166
對照組	實驗組	-.343*	.166

註：* 表 $p < .05$

二、實驗組與對照組在『問題再定義』向度得分之比較

由表 4-29 組內迴歸係數同質性考驗摘要表，發現在『問題再定義』向度的迴歸係數未達統計上的顯著 ($F=3.556, P>.05$) 表示實驗組與對照組在『問題再定義』該向度的組內迴歸係數同質性假設成立，因此進行共變數分析。從表 4-32 共變數摘要表可知：在排除共變項（前測成績）的影響後，實驗組與對照組在『問題再定義』後測成績的差異未達統計上的顯著水準 ($F=2.011, P>.05$)。

表 4-32 『問題再定義』向度共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (ms)	F 值
組間(教學方法)	1.607	1	1.607	2.011
組內(誤差)	55.936	70	.799	

三、實驗組與對照組在『原因推測』向度得分之比較

由表 4-29 組內迴歸係數同質性考驗摘要表，發現在『原因推測』該向度的迴歸係數未達統計上的顯著 ($F=1.300, P>.05$) 表示實驗組與對照組在『原因推測』該向度的組內迴歸係數同質性假設成立，因此可以進行共變數分析。表 4-33 為共變數摘要表，由表中資料可知：在排除共變項（前測成績）的影響後，實驗組與對照組在『原因推測』後測成績的差異未達統計上的顯著水準 ($F=.379, P>.05$)。

表 4-33 『原因推測』向度共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (ms)	F 值
組間(教學方法)	.140	1	.140	.379
組內(誤差)	25.768	70	.368	

四、實驗組與對照組在『提出想法』向度得分之比較

由表 4-29 組內迴歸係數同質性考驗摘要表，發現在『提出想法』該向度的迴歸係數未達統計上的顯著 ($F=6.434, P>.05$) 表示實驗組與對照組在『提出想法』該向度的組內迴歸係數同質性假設成立，因此可以進行共變數分析。由表 4-34 共變數摘要表中可以得知：在排除共變項(前測成績)的影響後，實驗組與對照組在『提出想法』後測成績的差異達統計上的顯著水準 ($F=14.145, P<.05$)。由表 4-28 可知：實驗組得分高於對照組 ($6.434>5.386$)。再以參數估計進行事後比較，結果顯示，實驗組在『提出想法』得分顯著高於對照組。表 4-35 為成對比較摘要表。

表 4-34 『提出想法』向度共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (ms)	F 值
組間(教學方法)	16.635	1	16.635	14.145*
組內(誤差)	82.324	70	1.176	

註：* 表 $p<.05$

表 4-35 『提出想法』成對比較摘要表

班級(I)	班級(J)	平均數差異 (I-J)	標準誤
實驗組	對照組	1.048*	.279
對照組	實驗組	-1.048*	.279

註：* 表 $p<.05$

五、對照組與實驗組在『尋求最佳方案』得分之比較

從表 4-29 組內迴歸係數同質性考驗摘要表，發現在『尋求最佳方案』該向度的迴歸係數未達統計上的顯著 ($F=1.432, P>.05$) 表示實驗組與對照組在『尋求最佳方案』該向度的組內迴歸係數同質性假設成立，因此可以進行共變數分析。由表 4-36 可以得知：在排除共變項（前測成績）的影響後，實驗組與對照組在『尋求最佳方案』的後測成績差異達統計上的顯著水準 ($F=7.798, P<.05$)。由表 4-28 可知：實驗組得分高於對照組 ($10.312>8.956$)。再以參數估計進行事後比較，結果顯示，實驗組在『尋求最佳方案』得分顯著高於對照組。表 4-37 為成對比較摘要表。

表 4-36 『尋求最佳方案』向度共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (ms)	F 值
組間(教學方法)	27.136	1	27.136	7.798*
組內(誤差)	243.617	70	3.480	

註：* 表 $p<.05$

表 4-37 『尋求最佳方案』成對比較摘要表

班級(I)	班級(J)	平均數差異 (I-J)	標準誤
實驗組	對照組	1.356*	.486
對照組	實驗組	-1.356*	.486

註：* 表 $p<.05$

六、實驗組與對照組在『自然科學問題解決能力測驗』之得分比較

由表 4-29 組內迴歸係數同質性考驗摘要表，發現在『自然科學問題解決能力測驗』整體得分的迴歸係數未達統計上的顯著 ($F=3.986, P>.05$) 表示實驗組與對照組在『自然科學問題解決能力測驗』整體得分的組內迴歸係數同質性假設成立，因此可以進行後續的共變數分析。所得結果如表 4-38，由摘要表中的資料可知：在

排除共變項（前測成績）的影響後，實驗組與對照組在『自然科學問題解決能力測驗』的後測成績差異達統計上的顯著水準（ $F=19.614, P<.01$ ）。由表 4-28 可知：實驗組得分高於對照組（ $33.388>30.335$ ）。再以參數估計進行事後比較，結果顯示，實驗組在『自然科學問題解決能力測驗』整體得分上顯著高於對照組。表 4-39 為成對比較摘要表。

表 4-38 『自然科學問題解決能力測驗』整體得分共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (ms)	F 值
組間(教學方法)	140.329	1	140.329	19.614**
組內(誤差)	500.857	70	7.155	

註：** 表 $p<.01$

表 4-39 『自然科學問題解決能力測驗』成對比較摘要表

班級(I)	班級(J)	平均數差異 (I-J)	標準誤
實驗組	對照組	3.053**	.689
對照組	實驗組	-3.053**	.689

註：** 表 $p<.01$

七、實驗組與對照組排除『自然科學態度量表成績』後對自然科學問題解決能力測驗得分比較

另外為了排除自然科學態度對自然科學問題解決能力後測成績的影響，因此以自然科學態度量表前測成績為共變數，自然科學問題解決能力後測成績為依變項，進行單因子共變數分析，以考驗實驗組與對照組在『自然科學問題解決能力』得分的差異情形。表 4-40 為調整後的平均值，用來表示兩組排除自然科學態度量表前測分數的得分情形。之後進行同質性考驗，結果如表 4-41 所示。

表 4-40 實驗組與對照組在『自然科學問題解決能力』後測調整平均數

	實驗組	對照組
總分	32.651	30.636

表 4-41 自然科學問題解決能力總分組內迴歸係數同質性考驗摘要表

項目名稱	F	P
總分	2.205	.143 N.S.

註：n. s. 表示未達顯著差異

由表 4-41 組內迴歸係數同質性考驗摘要表發現『浮力另有概念』整體得分迴歸係數具有同質性 ($F=2.205, P>.05$)，表示實驗組與對照組在『自然科學問題解決能力』整體得分的組內迴歸係數同質性假設成立，因此進行共變數分析。由表 4-42 知，在排除共變項(自然科學態度量表前測成績)的影響後，實驗組與對照組在『自然科學問題解決能力』得分的差異未達顯著水準 ($F=1.521, P>.05$)。

表 4-42 『自然科學問題解決能力』共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (ms)	F 值
組間(教學方法)	66.001	1	66.001	1.521
組內(誤差)	3037.726	70	43.396	

此一結果顯示，學生在自然科學態度上如有正向的表現，將可提升問題導向學習法的非結構性問題解決能力。

八、小結

綜上所述，實驗組在『自然科學問題解決能力測驗』、『問題察覺』、『提出想法』、『尋求最佳方案』各向度得分上顯著優於對照組學生，研究假設獲得支持，而實驗組與對照組學生在『問題再定義』及『原因推測』兩個向度得分上並未達到顯著差異。推論其可能原因為，長久以來學生習慣於接受定義良好的問題(well-defined problem)及架構良好的問題(well-structure problem)，缺乏自行定義問題的能力，同理在原因推測能力方面也是一樣缺乏的，在傳統教學的環境中，教師將所有推理的過程完整的呈現給學生，學生只需被動的接受就可以解決良好定義的問題，長期這樣的教學過程也同時讓學生喪失的自我推理的能力，反觀問題導向學習的教學環境，理論上應可提生學生的原因推測能力，但因在測驗過程中，學生無法透過資料的搜尋來補足自我專業知識的不足，在缺乏知識背景下，學生所能進行的原因推測也因此受限，而這應該是兩組學生在『問題再定義』及『原因推測』兩個向度上沒有顯著差異的主因。自然科學問題解決能力的研究結果整理如表 4-37 所示。

表 4-43 自然科學問題解決能力實驗結果一覽表

項目名稱	結果
問題察覺	實驗組優於控制組
問題再定義	未達顯著差異
原因推測	未達顯著差異
提出想法	實驗組優於控制組
尋求最佳方案	實驗組優於控制組
總測驗	實驗組優於控制組

第五章 結論與建議

本研究主要在探討接受『問題導向學習』與『傳統主題教學』法的學生在『自然科學問題解決能力』上的改變情況。本章內容主要分為兩部份，(1) 研究結論：依據第四章研究結果與分析所提出的總結，(2) 研究建議：綜合研究結論所提出相關的建議，期能對未來教育研究提供參考方向與建議。

5.1 研究結論

依第四章研究結果與分析，研究者將就『學習歷程』、『學習前後在問題解決能力上的差異』、『排除前測成績影響後，實驗組與對照組在問題解決後測成績上的差異』及『自然科學態度對實驗組與對照組在問題解決能力上的影響』等四個部份進行討論。

5.1.1 學習歷程



問題解決為包含多元認知技巧及行動的一種複雜的心智活動；從第四章的研究結果中以第三組同學的討論過程來呈現接受問題導向學習法教學策略的學習歷程，研究者試著從迦納（H. Gardner）的多元智慧角度來分析第三組同學的學習歷程，結果如下：

- (1) 在第一次的討論歷程中，接受問題導向學習法的學生可以透過情境問題和他組作品的觀察來發現異同點，並從中發掘新問題，從討論歷程中可以發現，學生比在傳統問題導向學習法的環境中，增加了『語文智慧』（自我交談或將想到的事說出來）、『人際智慧』（把想法丟給別人，與人和協相處）等多元能力。

- (2) 在第二次的討論過程中，明顯可以看出學生經過資料搜集的過程後，較能引起舊有經驗的共鳴，同時透過與他人討論及分享想法的過程中，也會喚起學生已經學過的知識，同時在問題解決的過程中也不斷的發掘新問題，透過這樣的過程，學生的知識廣度不斷的擴展，學生在第二次的討論歷程中，增加了『肢體動覺智慧』(運用雙手、手指或全身來解決問題)、『內省智慧』(認同問題、運用與問題有關的個人感覺、經驗或知識)。
- (3) 第三次的討論過程，學生將討論重心集中在浮沉子旋轉的原因上，在討論的過程中，學生經由舊經驗及搜集到的資料和同儕間的腦力激盪，從力矩的定義、數學上重心、浮沉子的重心、浮沉子的合力矩和旋轉的關係一路討論下來，不僅在知識的廣度上有所增加，同時在深層知識的發掘也進步了。此次討論和前兩次最大的不同在針對單一問題做更深入的討論，若從多元智能的觀點則是新增了邏輯智慧(推理能力)。

由此可知，在『問題導向學習』的討論過程中，學生除了能夠完成最後解決問題的目的外，同時也讓學生獲得除了傳統教學法中重視的智能以外的其它多元智能。

另外如果從浮沉子成果展現來比較實驗組與對照組兩組的不同，可以發現接受傳統教學的各個小組其成品和授課教師所示範製做的浮沉子幾乎相同；在實驗組方面則可以見到其它多樣性的成品，例如眼藥水瓶、隱型眼鏡用生理食鹽水瓶或珍珠奶茶吸管等完成的浮沉子。

在浮沉子的功能上，除了單純的沉浮外，實驗組的同學在討論及問題發掘的過程中，發現了用針在浮沉子本體不同位置戳出小洞，會使浮沉子在浮沉的過程中進行旋轉或是改變沉浮前進的方向，並且發現該現象與合力、合力矩等概念相關；與傳統教學法相較，接受問題導向學習法的學生較能善用舊有知識，並與搜集的資源整合應用以進行問題解決過程；接受問題導向學習的學生同時也較能具備面對未來

生活問題解決的能力，由此可知問題導向學習法較傳統教學法更貼近九年一貫課程綱要中所強調『培養學生帶得走的能力』的精神與目標。與浮沉子製作相關的參考資料，請參閱附錄四。

5.1.2 學習前後在問題解決能力上的差異

本研究將問題解決能力分為『結構性問題解決能力』與『非結構性問題解決能力』兩大類，因此針對此兩大類分別討論：

一、學習前後在『結構性問題解決能力』上的差異

以下分別就實驗組與對照組在結構性問題解決能力測驗分析結果進行討論，分述如下：

- 
- (1) 實驗組在浮力概念診斷測驗前測平均數為 11.38，後測平均數為 12.51，前後測平均數差異為 1.13 ($p < .05$)，達統計上的顯著差異。顯示實驗組的同學在浮力相關概念上後測成績顯著優於前測成績，表示問題導向學習對於提升學生的結構性問題解決能力有正面的效果。
 - (2) 對照組在浮力概念診斷測驗前測平均數為 11.62，後測平均數為 11.57，前後測平均數差異為 0.62 ($p > .05$)。顯示對照組的同學在浮力相關概念上後測成績略低於前測成績，但未達統計上的顯著，由此可知傳統主題式學習在教學前後學生的結構性問題解決能力是沒有差異的。

從以上結果可以總結得知，『問題導向學習法』能有效的提升學生的『結構性問題解決能力』，但傳統主題式教學法卻未見成效。本研究採用『浮沉子的製作』為教學活動，在活動過程中，接受問題導向學習的學生，透過遭遇問題、界定問題、資料搜集及討論分享再修正等過程，從中學得與浮沉子相關的質量重心、力矩、合

力、巴斯卡等原理，並能和之前學過的浮力概念相結合，重新建構自我的知識架構，因此在結構性問題解決能力測驗後測得分上能有顯著性的進步。

傳統教學法的學生在接受浮沉子主題教學活動前，同樣也接受過浮力課程，但在教學實驗過程中，教師僅將與浮沉子沉浮相關的原理概念透過有系統的整理傳輸給學生，學生在被動的教學活動中，接受相關的知識，但其成效從後測得分上可以得知，這樣的教學方法雖然可以達成教師的教學進度，但對學生結構性問題解決能力的培養卻未見顯著效果。

若從迦納（H. Gardner，1983）所提出的多元智慧觀點，本研究的結構性問題解決能力測驗設計，可以測驗出學生的邏輯智慧（推理能力）及內省智慧（認同問題、運用與問題有關的個人感覺、經驗或知識）等多元智能。由此可以得到另一個結論，問題導向學習亦能有效的增進學生的邏輯及內省智慧。

二、學習前後在『非結構性問題解決能力』上的差異

同樣依照實驗組與對照組來進行討論，分述如下：

- (1) 實驗組在自然科學問題解決能力測驗整體前測得分為 29.17，後測得分為 32.70，前後測差異為 3.53 ($p < .01$)，達統計上的顯著差異。顯示實驗組在非結構性問題解決能力測驗後測得分上顯著優於前測成績。表示問題導向學習法對提升學生的非結構性問題解決能力有正面效果。
- (2) 對照組在自然科學問題解決能力測驗整體前測得分為 31.10，後測得分為 31.00，前後測平均數近乎相等 ($p > .05$)。由此可知傳統主題式學習在教學前後對學生的非結構性問題解決能力是沒有差異的。

從上述兩點結論如下，『問題導向學習法』對於提昇學生『非結構性問題解決

能力』達統計上的顯著效果，傳統教學法則無顯著成效。本研究所採用的『自然科學問題解決能力測驗』其內容為與教學活動並無直接相關之日常生活中的自然科學問題；學生在接受『問題導向學習』後在後測成績上能有顯著差異，表示在習得『語文』、『內省』、『邏輯』等智慧，以及九年一貫課程中的『主動探索與研究』及『獨立思考與解決問題』等能力培養上，可由上述結論獲得進一步證實。

傳統教學法的學生，由於長期接受教師所提供有系統的知識內容，因此造成對教師的過度依賴，同時也造成學生缺乏獨立思考、及主動探索等能力，也因此在非結構性問題解決能力測驗上未見顯著差異。

5.1.3 排除前測成績影響，實驗組與對照組在問題解決後測成績上的差異

依研究結果，分為『結構性問題解決能力』及『非結構性問題解決能力』兩部份加以討論：



一、排除前測成績影響後，實驗組與對照組在『結構性問題解決』後測成績上的差異

在排除前測成績影響後，實驗組（問題導向學習法）與對照組（傳統主題教學法）學生在『浮力概念診斷測驗』整體得分上達顯著差異 ($F=4.878, p<.05$)，由參數估計進行事後比較，結果顯示實驗組得分高於對照組 ($12.637>11.445$)。

二、排除前測成績影響後，實驗組與對照組在『非結構性問題解決』後測成績上的差異

在以統計方法將前測成績對後測成績的影響排除後，接受『問題導向學習法』

與『傳統主題教學法』的學生在『非結構性問題解決』後測成績整體得分上達統計上的顯著差異 ($F=19.614, p<.01$)，由參數估計進行事後比較，結果顯示問題導向學習法的學生得分高於傳統主題學習法 ($33.388>30.335$)。

總結上述兩點，可以得知在以統計方法排除前測影響後，接受『問題導向學習』的學生在『結構性』及『非結構性』問題解決能力後測成績上均顯著優於接受傳統教學法的學生。從前後測得分進步情形及排除前測影響兩組後測的分差異可以得知，『問題導向學習法』在提升學生的『問題解決能力』上有正面且顯著的效果，且接受『問題導向學習法』的學生在『非結構性問題解決能力』上有更加顯著的進步。

5.1.4 自然科學態度對實驗組與對照組在問題解決能力上的影響

研究者認為為了確認良好的自然科學態度是否會對學習自然科學有所影響，因此採用統計上方法將『自然科學態度』排除，來比較實驗組與對照組學生在『問題解決能力後測』得分上是否有差異。

一、排除自然科學態度前測成績後對『結構性問題解決能力』後測得分影響

排除自然科學態度前測成績後，實驗組與對照組在結構性問題解決能力後測得分上未達統計上的顯著差異 ($F=1.769, p>.05$)。

二、排除自然科學態度前測成績後對『非結構性問題解決能力』後測得分影響

在排除自然科學態度前測成績後，實驗組與對照組在非結構性問題解決能力後測得分上仍然未達統計上的顯著差異 ($F=1.521, p>.05$)。

從上述結果可以得知，實驗組與對照組在排除『自然科學態度』影響後，在結構性與非結構性問題解決能力上均未達統計上的顯著差異。在實驗組的問題導向學習過程中，學生為學習的主體，如果學習者擁有良好的自然科學態度，對於必須主動參與小組討論、資料搜集及解決自然科學問題等過程，會有更佳良好的成效。對照組採用的雖為傳統主題式教學法，學習為單向的接受教師所傳遞的知識訊息，如果學習者有良好的自然科學態度，相對的也會樂於接受教師所傳達的知識。由此可以驗證，良好的自然科學態度，在學習自然科學問題解決的過程中，扮演者缺一不可的角色。

5.1.5 小結



從『學習歷程』、『學習前後在問題解決能力上的差異』、『排除前測成績影響後，實驗組與對照組在問題解決後測成績上的差異』及『自然科學態度對實驗組與對照組在問題解決能力上的影響』等四個部份的討論結果，可以得到以下幾點結論：

- (1) 『問題導向學習法』較『傳統主題教學法』符合當前九年一貫的教學目標。
- (2) 『問題導向學習法』對於學生『邏輯』、『內省』、『肢體動覺』、『人際』、『語文』等多元智慧能力的提升優於『傳統主題教學法』。
- (3) 『問題導向學習法』對於提升學生在以浮力為內容的『結構性問題解決能力』上優於傳統教學法。
- (4) 在以日常生活中的科學問題為內容的『非結構性問題解決能力』上，接受『問題導向學習法』的學生顯著的優於接受『傳統主題教學法』的學生。
- (5) 良好的『自然科學態度』對於問題導向學習法在『問題解決能力』的提昇有正面的效果。

5.2 研究建議

針對以上結論，研究者提出幾點建議，以供未來從事相關研究教育伙伴參考。

5.2.1 對教育應用的建議

(1)對教師的建議

魔術師在舞台上的一舉一動總是能夠吸引台下觀眾的注意力，因為台下的觀眾永遠不曉得魔術師下一秒鐘會變出什麼樣的戲法；學習的過程不應該也是如此嗎！？如果學習的過程能讓學生處處充滿驚喜，從問題解決或真理驗證的過程中讓學生得到不同程度的滿足與感受，學生的學習應該會是主動且愉悅的。且這樣的能力及學習歷程對學習者而言會是一種難忘的經驗，更甚者，這樣的能力也許會陪伴學習者一輩子的時間。教師在教學的過程中，也許可以試者針對不同的教學主題、內容與對象嘗試使用不同的教學策略，讓學生在不同的教學刺激中提升學習的動機與興趣。

在『問題導向學習』的過程中，事先的訓練對於教學過程進行的順遂與否有很大的關連。如果學生在教學進行間，能事先具備良好的資料搜集、溝通討論等能力，在進行問題導向學習的過程中，學生才不致於因為能力的缺乏使得學習活動無法進行。同時，因為國中教學環境的限制，教師在實行問題導向學習時無法每個小組分配一個教師擔任 tutor（導引者）的角色，在討論初期，教師可以參與全班討論，同時從旁給予適當的引導提供學生從不同的角度來思考問題。

在課程設計上，情境問題安排宜由『結構化問題』到『非結構化問題』，且問題內容以能引起學生興趣，且其中待解決問題難度不可與學生能力差距過大，以免學生因問題設計不當而使問題導向學習成效打折扣。另在評量上，宜採用多元評量來評定學習效果，問題導向學習除了最後結果的呈現外，同時在進行的過程中能力的提升及學習的情況均為評量的項目，因此不宜採用傳統成就評量來做為衡量問題導向學習的成效，而宜採取多元方式來評量學習成效，例如同儕互評、學習歷程檔案等方式來進行。

(2)對學校的建議

教師在實施問題導向學習的過程中，學生必需進行討論及搜集資料等過程，教學上所需要的時間及資源相對的多於傳統教學過程。建議學校如能配合彈性時數或校本位課程，給予教師更具彈性的空間進行問題導向學習或進行跨多領域的課程統整，同時在教學資源上，盡可能的給予教師協助，應能帶給學生學習更多元的發展。

5.2.2 對未來研究的建議

(1) 擴大研究人數及教學內容

受限於研究者教學現況，僅能以臺北市某公立國中兩個班級為研究人數，且研究內容為八年級自然科學領域中的浮力單元，所得的研究結論在推論及應用上也因此受限。建議未來從事研究的教育先進，在人力、財力及環境許可下，可以擴大研究人數及教學內容，如果行政資源允許的狀況下，亦可進行跨領域合作研究，使研究結果更趨完備。

(2) 有無導引者 (tutor) 對學習成效的影響

問題導向學習在醫學教育和中小學教育最大的不同點在於導引者 (tutor) 的有無，在醫學教育的研究中指出導引者在問題導向學習佔有十分重要的地位。未來如果在人力許可的範圍下，建議能對有無導引者介入對『問題導向學習』的成效是否會有影響進行相關研究。

(3) 學生的學習風格對問題導向學習成效的影響

本研究採用同質性分組方式進行教學研究，所得的研究結論僅能做為不同教學方法間的比較，但對於學生間的個別差異對問題導向學習法的成效為何卻不得而知。因此建議未來的研究可以針對不同學習風格、思考型態或是學科能力差異採用異質性分組方式進行研究以了解更多不同變項對『問題導向學習』成效的影響。

