

國立台灣師範大學化學研究所
在職進修化學教學碩士班論文

以科學史電腦多媒體素材應用於國中
「原子結構」輔助教學之成效研究



指導教授：葉名倉 博士

研究生：林天陽 撰

中華民國九十八年六月

誌謝

研究所四個暑假，雖然一轉眼就過了，卻過得很苦，密集的課程，接踵而來的測驗，還有令人心生畏懼的原文 Paper，所幸這些已隨著論文口試的結束而劃下句點了。

要感謝的人很多，最重要的是我的家人，謝謝一直陪伴、體諒、包容著我的老婆-素娟，以及寶貝兒子-祐頡，每當灰心、無力的時候都有你們的陪伴，讓我元氣滿滿繼續下去。因為你們的支持，讓我可以無後顧之憂，往我的研究之路邁進；其次，是我的指導教授-葉名倉老師，有您的支持及寶貴的意見，讓我可以自己在有興趣的領域裡發展，經過不停的討論、修正，終於完成了這本論文；此外，感謝研究所期間，授與我們專業知識的老師們。謝謝老師們，讓我涉獵到更多的知識學問，也加強了自己的競爭力，亦培養了發掘問題、界定問題、分析問題及解決問題的能力。亦感謝我的口試委員-黃文彰老師以及林建村老師，給了我很多的鼓勵以及建議，使得我的論文能夠更完整而嚴謹。

感謝暑期碩士班的夥伴們，大家相互扶持砥礪，雖然在記憶中，熬夜是必然、早睡是偷懶，但我們一起渡過了許多難關，也讓彼此順利畢業。

此外，特別感謝既是學姊也是同學的慧玲，在我的研究過程中，不斷提醒我跟上進度，並在口試時情意相挺，讓我的論文得已順利完成。

還有在我碩士班最後一年，遇上了 901 班的 36 個好孩子，讓我在論文碼字的枯燥日子裡，增添了許多色彩；而隨著論文的落幕，我們終於成為了名符其實的畢業班。

謹此致上最誠摯的謝意

林天陽

2009. 6

摘要

本研究主要目的在於探討將研究者自行設計原子科學史電腦輔助教學媒體融入自然與生活科技領域對學生學習成效的影響。針對自然與生活科技課本之物質的組成章節，發展相關的教學媒體，作為教學輔助之用，以期提昇學生學習興趣及成效。

本研究以台北縣某縣立國中之 71 名國二學生為研究樣本，以驗證所發展的教學媒體，對於協助學生原子結構、原子與分子、粒子觀點以及莫耳數等觀念是否有顯著的成效。並將學生區分為實驗組與控制組各一班，俾便比較該教學媒體對學生的影響。實施方式為：實驗組輔以該教學媒體；控制組則利用板書教學。課程結束後均實施後測，並針對實驗組的學生實施學習感受問卷，以瞭解學生對該教學媒體有何看法與建議。此外，不論實驗組或對照組均施以教師教學評鑑問卷，進一步探討學生對教師教學策略有何感受。

研究結果顯示，實驗組的學生在後測的平均成績高於控制組；進一步分析發現，前者之低成就學生學習成效優於後者之低成就學生，並達到顯著差異。推測低成就學生施以具體、視覺化的教學媒體，對其概念的建立與學習動機的啟發有所助益。另外，問卷結果顯示，學生高度地肯定教師配合此教學媒體進行教學活動，也願意使用相關媒體幫助學習；但是，也建議動畫內容應再增加，提高更多的學習興趣。至於教師教學策略方面，學生多為正面的評價。

因此，本研究建議教學活動應兼備有計畫的教學策略以及合適的教學媒體，將可有效地提昇學生學習動機與成效。

關鍵字：多媒體、科學史、學習成效

ABSTRACT

The purpose of this study is to explore the effects of the interactive computer multimedia on atomic science history used for the instruction in junior high school. The teaching media designed by the researcher is based on the chapters about material in the text book. It was used to assist instruction and hopefully would raise students' interest and effects in learning.

In order to verify whether there are remarkable effects or not when the developed teaching media is used in helping student learning conceptions of atomic structure, atom and molecule, particle aspect of matter and mole, the researcher chose 71 eighth graders in a junior high school from Taipei county to be study samples. They were divided into control group and experimental group, and thus it's convenient to compare the influences of the media used on the students. Both groups received the same instruction content, but the teaching media was used additionally in the experimental group. After the whole instruction, both groups took a posttest. At the same time, the students in the experimental group were asked to answer a questionnaire to understand their opinions and suggestions on the educational media. Furthermore, both experimental and control groups filled out a form of investigation into their chemistry teacher's teaching strategies, which was further used to explore the students' response.

According to the results of the study, the average accomplishment of the experimental students was better than those of the control students'. According to further analysis, students with low achievement in experimental group got even higher grades than those in the control group, and showed a significant difference. So we can conjecture that if low achieved students receive concrete and visualized instructional media, there will be boosts to the students to set up their conceptions and to inspire their learning motive. On the other side, the results of the questionnaire displayed that the experimental students gave high evaluation to the instruction with the media, and had aspiration to use relative media to help learning. But, they also suggested that there should be more animations in the media. As to the teacher's teaching strategies, students also evaluated positively.

Therefore, in order to achieve good instructed accomplishments, the researcher suggest that instruction should be assisted by instructional media. So that will be able to raise students' learning motive and accomplishments effectively.

Keyword : multimedia, science history, learning accomplishments.

目次

摘要.....	I
ABSTRACT.....	II
目次.....	III
表次.....	V
圖次.....	VIII
第一章 緒論.....	1
第一節 研究背景與動機.....	1
第二節 研究目的與問題.....	5
第三節 名詞解釋.....	6
第四節 研究限制.....	7
第二章 理論基礎與文獻探討.....	8
第一節 傳統教學教導微觀粒子概念時學生的學習困難及改進方法.....	8
第二節 科學史上有關微觀粒子概念的發展.....	11
第三節 科學史在科學教學上的角色.....	16
第四節 電腦多媒體輔助教學的成效.....	27
第三章 研究方法.....	34
第一節 研究流程.....	34
第二節 研究對象.....	36
第三節 研究工具.....	37
第四節 研究程序.....	41
第五節 研究進度甘特圖.....	43

第四章 資料分析與研究結果.....	44
第一節 前測與後測的統計結果分析.....	44
第二節 後測結果分析.....	48
第三節 教學感受問卷之結果分析.....	65
第四節 教學評鑑表分析.....	68
第五節 綜合討論.....	78
第五章 結論與建議.....	81
第一節 結論.....	81
第二節 檢討與建議.....	83
參考文獻.....	84
一、中文部份.....	84
二、西文部份.....	86
附錄.....	88
附錄一 原子科學史紙筆測驗.....	88
附錄二 學生前後測成績.....	92
附錄三 學習感受問卷.....	93
附錄四 教師教學評鑑表.....	95

表次

表 2-3-1	科學史融入教學對學生學習成就之影響	23
表 2-3-2	多媒體融入教學對科學教學之影響	33
表 3-2-1	實驗組與控制組學生人數統計表	36
表 3-3-1	學習成就測驗內容的雙向細目表	39
表 3-5-1	研究進度甘特圖	43
表 4-1-1a	全體學生前測成績統計分析結果	44
表 4-1-1b	全體學生前測成績變異數分析結果	45
表 4-1-2a	高成就學生前測成績統計分析結果	45
表 4-1-2b	高成就學生前測成績變異數分析結果	45
表 4-1-3a	低成就學生前測成績統計分析結果	45
表 4-1-3b	低成就學生前測成績變異數分析結果	45
表 4-1-4a	全體學生後測成績統計分析結果	46
表 4-1-4b	全體學生後測成績變異數分析結果	46
表 4-1-5a	高成就學生後測成績統計分析結果	46
表 4-1-5b	高成就學生後測成績變異數分析結果	47
表 4-1-6a	低成就學生後測成績統計分析結果	47
表 4-1-6b	低成就學生後測成績變異數分析結果	47
表 4-2-1a	學生後測第 01 題答題人數分布表	48
表 4-2-1b	學生後測第 01 題答題變異數分析結果	48
表 4-2-2a	學生後測第 02 題答題人數分布表	49
表 4-2-2b	學生後測第 02 題答題變異數分析結果	49
表 4-2-3a	學生後測第 03 題答題人數分布表	49
表 4-2-3b	學生後測第 03 題答題變異數分析結果	50
表 4-2-4a	學生後測第 04 題答題人數分布表	50
表 4-2-4b	學生後測第 04 題答題變異數分析結果	51
表 4-2-5a	學生後測第 05 題答題人數分布表	51

表 4-2-5b	學生後測第 05 題答題變異數分析結果	51
表 4-2-6a	學生後測第 06 題答題人數分布表.....	52
表 4-2-6b	學生後測第 06 題答題變異數分析結果	52
表 4-2-7a	學生後測第 07 題答題人數分布表.....	52
表 4-2-7b	學生後測第 07 題答題變異數分析結果	52
表 4-2-8a	學生後測第 08 題答題人數分布表.....	53
表 4-2-8b	學生後測第 08 題答題變異數分析結果	53
表 4-2-9a	學生後測第 09 題答題人數分布表.....	54
表 4-2-9b	學生後測第 09 題答題變異數分析結果	54
表 4-2-10a	學生後測第 10 題答題人數分布表.....	54
表 4-2-10b	學生後測第 10 題答題變異數分析結果	54
表 4-2-11a	學生後測第 11 題答題人數分布表	55
表 4-2-11b	學生後測第 11 題答題變異數分析結果.....	55
表 4-2-12a	學生後測第 12 題答題人數分布表.....	56
表 4-2-12b	學生後測第 12 題答題變異數分析結果	56
表 4-2-13a	學生後測第 13 題答題人數分布表.....	56
表 4-2-13b	學生後測第 13 題答題變異數分析結果	57
表 4-2-14a	學生後測第 14 題答題人數分布表.....	57
表 4-2-14b	學生後測第 14 題答題變異數分析結果	57
表 4-2-15a	學生後測第 15 題答題人數分布表.....	58
表 4-2-15b	學生後測第 15 題答題變異數分析結果	58
表 4-2-16a	學生後測第 16 題答題人數分布表.....	58
表 4-2-16b	學生後測第 16 題答題變異數分析結果	59
表 4-2-17a	學生後測第 17 題答題人數分布表.....	59
表 4-2-17b	學生後測第 17 題答題變異數分析結果	59
表 4-2-18a	學生後測第 18 題答題人數分布表.....	60
表 4-2-18b	學生後測第 18 題答題變異數分析結果	60
表 4-2-19a	學生後測第 19 題答題人數分布表.....	60

表 4-2-19b	學生後測第 19 題答題變異數分析結果	60
表 4-2-20a	學生後測第 20 題答題人數分布表.....	61
表 4-2-20b	學生後測第 20 題答題變異數分析結果	61
表 4-2-21a	學生後測第 21 題答題人數分布表.....	61
表 4-2-21b	學生後測第 21 題答題變異數分析結果	62
表 4-2-22a	學生後測第 22 題答題人數分布表.....	62
表 4-2-22b	學生後測第 22 題答題變異數分析結果	62
表 4-2-23a	學生後測第 23 題答題人數分布表.....	63
表 4-2-23b	學生後測第 23 題答題變異數分析結果	63
表 4-2-24a	學生後測第 24 題答題人數分布表.....	63
表 4-2-24b	學生後測第 24 題答題變異數分析結果	64
表 4-2-25a	學生後測第 25 題答題人數分布表.....	64
表 4-2-25b	學生後測第 25 題答題變異數分析結果	64
表 4-3-1	學習感受問卷調查統計（人數%）	65
表 4-3-2	學生對多媒體教學的感想	67
表 4-4-1	解釋、舉例和整合學科知識的能力（人數%）	69
表 4-4-2	與學生學習互動的表現（人數%）	70
表 4-4-3	教學方法與策略（人數%）	71
表 4-4-4	營造學習氣氛與課室經營（人數%）	73
表 4-4-5	表達能力（人數%）	74
表 4-4-6	教學活動與營造班級氣氛分數統計表（人數）	75
表 4-4-7	教學活動評分的原因與建議	76
表 4-4-8	營造班級氣氛評分的原因與建議	77

圖次

圖 2-4-1	媒體的特性---具體到抽象	28
圖 2-4-2	多媒體各個元素間彼此的關聯	30
圖 3-1-1	研究設計流程圖	34
圖 3-3-1	教學媒體開發設計流程圖	37
圖 3-3-2a	PART I 之快速選單	38
圖 3-3-2b	PART II 之快速選單	38
圖 4-3-1a	男同學問卷結果堆疊比較圖	66
圖 4-3-1b	女同學問卷結果堆疊比較圖	66
圖 4-3-1c	全班同學問卷結果堆疊比較圖	66
圖 4-4-1	解釋、舉例和整合學科知識的能力堆疊比較圖	69
圖 4-4-2	與學生學習互動的表現堆疊比較圖	71
圖 4-4-3	教學方法與策略堆疊比較圖	72
圖 4-4-4	營造學習氣氛與課室經營堆疊比較圖	73
圖 4-4-5	表達能力堆疊比較圖	74
圖 4-4-6	教學活動與營造班級氣氛平均分數	75

第一章 緒論

本研究嘗試以科學史的電腦多媒體素材應用於國中階段南一版自然與生活科技領域教材中—「物質的組成」之輔助教學，並探討其教學成效。本章分為四節，分別是第一節：研究背景與動機；第二節：研究目的與問題；第三節：名詞解釋；第四節：研究限制。

第一節 研究背景與動機

一、研究背景

七十年代後期國內邁向多元、民主、開放的社會，教育改革的呼聲風起雲湧。民國八十三年四月「四一〇教改行動聯盟」提出制定教育基本法、落實小班小校、廣設高中大學、推動教育現代化四大訴求，喚起全民教改共識。（摘自中華民國教育部部史全球資訊網—重大教育發展歷程）在一波波的改革聲浪中，於民國九十二年全面辦理九年一貫的課程改革。九年一貫課程有一個重要的主張：兒童為學習的主體。其教育目標，可簡單的化約為兩大目標，一個是培養國民的生活能力，另一個是培養國民的學習能力。而由全國統一之課程標準、鉅細靡遺的年級規定，轉變為課程綱要的學習階段原則性規範，大大的提升了教師的專業自主權，教學方法以及教學素材不再全國統一。新課程的實施已度過了數個年頭，教師更應該從教學歷程中精進課堂教學能力，自然與生活科技領域教師當然不能置身事外。

民國九十二年二月，教育部訂定發布〈國民中小學九年一貫課程綱要〉自然與生活科技學習領域（節錄自中華民國教育部部史全球資訊網—教育大事年表）。

其課程目標為：（摘自國教專業社群網—九年一貫）

1. 培養探索科學的興趣與熱忱，並養成主動學習的習慣。

2. 學習科學與技術的探究方法和基本知能，並能應用所學於當前和未來的生活。
3. 培養愛護環境、珍惜資源及尊重生命的態度。
4. 培養與人溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。
5. 培養獨立思考、解決問題的能力，並激發開展潛能。
6. 察覺和試探人與科技的互動關係。

培養具有科學素養的公民，已成為國內外科學教育學者一致認同的主要科學教育目標之一。美國科學促進會（AAAS，1989）及美國國家科學教師協會（NSTA，1982）更將了解科學的本質列為有科學素養公民的重要特徵，並呼籲科學教育學者及教師應注重培養學生對科學本質的了解（林陳涌，1996）。因此，未來的科學教育目標，不再是將一個個的科學概念填塞給學生，而是希望學生對科學概念間的關係、科學家的思考歷程、科學的本質能有更深切的了解與認識，以因應未來科學、科技與社會結合的生活世界（洪振方，1998）。

二、研究動機

近年來的科學教育研究，學生已不再像是我們以前所認為：在接觸我們所教授的教材前，仍是一張白紙，可完全接受我們所教授的內容。而是在接觸教材之前，學生常已經具有一些看法，這些看法有些與真正的科學理論相違背，在國外稱之為 misconception，在國內，則「迷思概念」或「錯誤概念」均指相同之事。教師如果能在施教前，對學生那些概念會較容易出現錯誤能有所瞭解，那麼施教時便較能對症下藥，建立學生正確的概念（黃財堂，1999）。

研究者在國中執教，發現學童對於微觀科學概念學習感到困難。「物質的組成」是國中學童極為困擾的概念，因為它太抽象且無法由日常生活中觀察，然微觀的粒子理論是化學學習的重心，亦是科學發展的基石。因為原子概念的了解影響大

多數化學現象的解釋 (Abraham & Grzybowski & Renner, 1992), 因此, 一但學童對於物質的組成產生迷思概念, 對於後續化學知識的學習會產生一定程度的謬誤而不自知。

以往的國中理化課本中, 是以現代科學理論觀點作為編撰依據, 將人類的科學發展去蕪存菁, 如此, 在寥寥數語的教材內容, 就將近百年來的科學發展, 做了一個總結。然而這樣的課程內容, 卻與真實世界嚴重脫節, 因此, 科學的發展雖與生活息息相關, 但學童卻無法體會科學解決了生活的問題、改善了生活的品質, 反而覺得科學與生活似乎格格不入。

適逢九年一貫課程的改革, 暫行綱要在教材選編上, 建議可融入科學發展過程的史實資料, 使學生得以藉助科學發現過程之了解, 體會科學本質及科學探究的方法和精神 (教育部, 2001, p. 42)。將科學史融入原子結構的教學中, 除了可以促進學生認識科學的本質以外, 還可以幫助學生科學概念學習的理解, 增加科學的思考和提高解題的能力 (陳文靜, 2000)。因此, 九年一貫實施後, 現行自然與生活科技領域教材中, 已增加許多科學家小傳等史料的補充, 但這些史料通常以片段的文字敘述呈現, 僅揭示了人名、事件及發生日期, 鮮少提及科學的本質或是科學知識的形成、確立, 造成學童學習流於背誦、死記。

國內外研究指出, 將科學史融入原子結構的教學, 可以促進學童認識科學本質, 或幫助學童科學概念的理解 (丁美枝, 2001; 施怡君, 2000; 陳文靜, 2000; 尹基勉, 1999; 許良榮, 1998; Lin & Chen, 2002; Lin, Hung & Hung, 2002; Niaz, Aguilera, Maza, & Liendo, 2002; Irwin, 2000; Lin, 1998)。將資訊科技融入教學是課程改革的重要趨勢, 且運用科技與資訊的能力、激發主動探索和研究的的精神、培養獨立思考與問題解決能力為現階段學校教育的目標 (教育部, 1998)。尹基勉並建議教師可以動畫模擬, 以多媒體呈現, 提高學生學習興趣與成效 (尹基勉, 1998)。不同的教學媒體對於學童的影響是可見的 (丁美枝, 2001)。

因此，運用適合的教學媒體，俾利於教師進行教學活動，提高學童學習興趣，提升學習成效，是教學者刻不容緩、責無旁貸的責任與義務。

化學是一門實驗的科學，然而微觀世界的科學實驗，難以在國中課程中實現，透過電腦多媒體輔助教學進行實驗圖說，可以解決此一困境。並且可以有效增進學生學習興趣、精熟化學概念。研究者以 FLASH 軟體，設計關於原子結構科學史的實驗圖說，或以動畫來描述實驗結果，並輔以部分文字說明科學發展歷程，最後導入原子量、分子量及莫耳數等科學定義，藉以改善學生學習原子結構時易產生的迷思概念，並提昇莫耳數計算的學習成效。

第二節 研究目的與問題

一、研究目的

基於上述的背景與動機，本研究主要探討將研究者自行設計「原子科學史」電腦輔助教學媒體融入自然與生活科技領域對學生學習之影響。主要目的如下：

1. 探討在自然與生活科技課程架構下融入原子科學史電腦輔助教學媒體對學生學習成就之影響。
2. 探討在自然與生活科技課程架構下融入原子科學史電腦輔助教學媒體對學生學習感受之影響。
3. 探討教師教學策略對學生學習成效之影響。

二、研究問題

1. 原子科學史電腦輔助教學媒體融入自然與生活科技課程對國中生學習「物質的組成」概念是否有所助益？
2. 原子科學史電腦輔助教學媒體融入自然與生活科技課程是否能提升國中生學習「物質的組成」概念的學習興趣？
3. 原子科學史電腦輔助教學媒體融入自然與生活科技課程是否能提升國中生學習「物質的組成」概念的學習成就？
4. 教師教學策略對於學生的學習成效有何影響？

第三節 名詞解釋

本論文中常用到的一些名詞，在本文中的意義如下：

一、原子科學史電腦輔助教學媒體

研究者以 FLASH CS3 軟體設計的教學媒體，配合自然與生活科技課本，以科學發展的歷程為主軸，將科學發展歷程中的重要概念及實驗，以動畫呈現其內容如下：

1. 德謨克利特的原子理論
2. 亞里斯多德的四元素論
3. 道耳吞的原子說
4. 蓋斯勒管
5. 湯木生發現電子
6. 湯木生的原子模型
7. 拉塞福發現原子核
8. 拉塞福的原子模型
9. 查兌克發現中子
10. 亞佛加厥分子說
11. 原子量
12. 分子量
13. 莫耳數

二、迷思概念 (misconception)

學生在學習科學內容之前，對於新的科學概念，常會依據日常生活中或是先前的學習經驗，而有不同於正確概念的詮釋方式，這樣的觀念即稱為迷思概念。在學者們的研究裡，迷思概念常成為教師在教學上與學生學習困難的主要原因。

三、自然與生活科技學習成就

本研究中的自然與生活科技學習成就是指受試者「八年級（國中二年級）上學期自然與生活科技科第一、二次段考平均分數」而言。

四、後測學習成就

本研究中的學習成就是指受試者在接受原子科學史電腦輔助教學媒體教學活動後，進行紙筆測驗後測的得分。

五、教學媒體（instructional media）

教師在教學歷程中，無論採用哪一種教學方法，用以增進學生學習興趣、或針對學習者的特性以期達成教學目標所應用的媒體，稱為教學媒體。本研究中所提到的教學媒體是指南一版自然與生活科技課本以及研究者自行研發設計的原子科學史電腦輔助教學媒體。

第四節 研究限制

- 一、由於研究樣本僅限於台北縣一所國中的兩個班級，並非隨機取樣，故缺乏母群體的代表性，因此本研究結果僅能描述研究樣本，不宜過度推論。
- 二、本研究的原子科學史電腦輔助教學媒體，為配合研究對象學習學校的進度與內容，僅侷限在國中階段南一版自然與生活科技課本之物質的組成範圍。

第二章 理論基礎與文獻探討

本章在說明本研究之理論基礎及理念，共分成四節。第一節說明傳統教學教導微觀粒子概念時學生的學習困難及改進方法；第二節敘述科學史上有關微觀粒子概念的發展；第三節介紹科學史在科學教學上的角色；第四節探討將電腦多媒體輔助教學的成效。

第一節 傳統教學教導微觀粒子概念時學生的學習困難及改進方法

傳統的科學教學是以老師為中心，學生為被動的接受者。在課堂上老師主要的職責就是講解教科書上的科學概念或解題，而學生必須記下老師所講解的公式和定理，接下來就是不斷練習、做題目，這樣的學習是片段而未經深思熟慮的，常導致學生學習困難，下面列舉幾項與學習困難的相關研究：

一、許嘉仲（2002）用質的研究法，以二、三年級不同學業成就的學生六名為研究對象，研究學生理化科學習的結論為：中、低成就的學生習慣以背的方式來學習理化，而高成就的學生則會以理解的方式來學習理化。學生學習理化的目的多數是為了升學考試，且因課程與教學的因素，學習理化的時間愈久，學習興趣愈低。中低成就的學生喜歡實驗的原因是可以「操作實驗器材」和「上課比較自由」，高成就學生喜歡實驗的原因則是「可以幫助記憶與理解」。學生對理化科學習困難與障礙有：對於理化中的「化學式」與「公式」、「單位符號」學習感到困難，學生對於高理解性與抽象性的課程學習感到困難，學生先備知識不足造成理化學習的困難。

二、林樹榮（2003）研究兩段式診斷測驗探討國中學生有關元素、化合物之相關概念，內容包括：元素、化合物、純物質、混合物、元素的性質、元素的活性和物質的狀態等相關概念的瞭解情形。發現無論從巨觀或微觀方面的研究

都顯示，大部分國中學生不了解元素、化合物之相關概念。對化合物和混合物的概念混淆不清，尤其在微觀粒子概念部分表現得比巨觀性質觀察來得差。國中學生對元素、化合物之相關概念存有迷思概念，研究顯示選答正確答案的背後，其實並不瞭解它真正的原因和內涵。經由文獻分析，歸納出中學生在學習元素與化合物單元時最常遇到的問題，包括：

1. 學生會認為化合物是兩種元素混合在一起。
2. 學生以物質巨觀的性質來解釋粒子微觀的性質，如：認為原子是實心。
3. 學生分不清楚原子和分子的特性，如：認為原子比分子大。
4. 學生不了解化學變化中元素與化合物的差異，如：認為水是由氫與氧組成，故仍保有氫與氧部分特性。

Steiner 在「60 分鐘抓住學習的兔子—10 倍速遊戲學習法」一書中指出，大多數知識是透過閱讀獲得的，但比起報刊文章與文學名著，課本裏面的文章是不同的。對沒有經驗的人來說，閱讀課本會困難重重且令人沮喪。這有兩個原因：「一個是由於還沒有理解的專業概念太多，另一個是由於感到結構太複雜，一個典型的例子就是化學，它至少出現在三個不同的水平面上：宏觀水平面、原子和分子水平面以及符號水平面（即化學式水平面）。在發生化學反應時，例如燃燒：人們看到的是宏觀水平面…在分子和原子水平面上發生什麼是看不見的，但人們必須能夠想像這些小微粒，以便表達這些燃燒反應。這種想像隨後就必須再進入下一個水平面上，即符號水平面，用化學式紀錄在紙上。難怪在上化學實驗課時人們常常會感到愕然。因為在人們所觀察的宏觀水平面和符號水平面之間裂了一個大缺口」（VerenaSteiner，2003），由於原子太過微小，遠超過國中學生可以經驗理解的範圍，所以大部分學生在元素與化合物單元中是以死記的方式來學習，很難完全了解元素與化合物之內涵。許多的原子概念是以理論性、抽象性方法教學，對具體操作型的國中生而言太難理解，只做表面的教學與說明，無法深入介紹，原子概念缺乏具體的實例說明，因此學生只是在背概念而不是理解概念，因

此造成學生在上完元素、化合物相關概念單元之後，並沒有如預期的發展出正確而完整的認知，反而衍生出許多錯誤的概念。

另外一方面，許多教師嘗試使用電腦輔助教學來模擬抽象的概念，黃建中（2000）發現利用電腦多媒體教材來上課，學生的接受度非常的高，學習的效果也是非常的好。吳昌家（2001）發現利用電腦動畫教學媒體來輔助「粒子觀點」的教學確實較傳統式教學可以幫助國中學生建立粒子概念。張秀澂（2002）認為對於抽象概念或實驗過程中無法觀察的現象及原理，可藉由電腦動畫來模擬，將概念或原理以較具體的方式呈現，能使國中學生比較容易理解。李偉新（2002）認為中學化學多媒體輔助教材可成為提高學習興趣的課後參考資訊來源，以彌補傳統教學的不足。這些研究者都認為電腦輔助教學在釐清課程中的抽象概念，以及增進學生的學習動機，是相當有效果的。

第二節 科學史上有關微觀粒子概念的發展

從古希臘時代，有許多哲學家對於“世界上的物質是由什麼所組成？”這個問題感到興趣，但在對於物質究竟是由什麼所組成的看法卻不一致，而且爭論不已。近百年來對於“世界上的物質是由什麼所組成？”這個問題，在科學的日漸發展下，愈見清晰。

一、古希臘時期的原子假說

古希臘時代原子假說的創始者留基伯（Leucius， ~550 B.C. - ~ 440 B.C.）及其學生德謨克利特（Demokritos， ~420 B.C. - ~361 B.C.）則認為：

1. 宇宙中的物質是由無限多之不可分割的微粒（稱為原子，atoms）所組成；
2. 原子是一種堅實、緻密（不可入），不可被毀滅也不能被創生的微粒，它們只具有體積、形狀和位置等與空間有關的幾何學性質，且不同的原子這些幾何性質都不相同；
3. 各種原子在一無所有的空間（虛空）中不斷的、急劇的、凌亂（無規）的運動，且相互碰撞、相互推動，形成漩渦以產生宇宙中的所有物質；
4. 運動中的各原子以不同的位置和排列組合的次序，遵循必然的規律形成各種複合物；
5. 原子本身不停運動的原因不是受了外力，而是運動本身就是原子的基本屬性。

（北大哲學系譯， 1982， p. 97-99）

根據這種原子假說的認知模式，世界萬物是由無數細小的（微觀）、不可分割的微粒（斷續）所構成；而自然界的無限多樣性就可以用原子的大小、形狀、位置、運動（動態）和結合方式（有交互作用）等單一的模式來加以說明：

1. 物質是由一種最小的粒子所組成，它是組成物質的最小單位。
2. 它是眼睛看不見、但有重量的，並且會在物質的空間中移動；

3. 它不能再生長、是永久存在的、不能被破壞，也不會消失；
4. 它們皆有相同的形狀、大小、重量，當只有改變位置時會組成不同的物質。

德謨克利特並且把這種粒子命名為“原子”——代表不能再被分割的意思 (Georgios,1997; Stonebarger,1990; Gerald,1981; Sotirios & Sakkopoulos & Evagelos & Vitoratos, 1996)。

二、古希臘時期的四元素說

亞里斯多德 (Aristotle, 384 B.C. -322 B.C.) 認為宇宙萬物的生成與毀滅在於相對立之四種原始性質 (即冷、熱、乾、濕) 的相互作用，它們使「最初的渾沌」成為「種子」，形成地上的火、氣、水、土四元素。他因此提出物質之基本組成的「四元素說」，以及造成物質運動和變化的「四因說」。即物質世界是由水、火、土、氣四種元素所組成，這四種元素通過冷、熱、乾、濕等四種原始性質的作用，以及「質料因」、「形式因」、「動力因」和「目的因」等「四因」的共同推動而結合成為實體。他反對物質是由原子和虛空所組成的原子論觀點，認為物質的最小微粒也是由水、火、土、氣四種連續的、無限可分的元素所組成，所以不可能存在不可分割 (斷續、分立) 的原子和原子間的虛空 (大自然厭惡真空, Nature abhor avacuum)。另外，亞里斯多德認為原子論沒有說明產生運動的內在原因和目的，忽視了運動與事物之間的基本聯繫，因此原子論所描述的世界只是一個「機械的、量的」靜態存在世界，裡面沒有「有機的、質的」動態演化圖景。他明確指出從常識性思維到科學思維的認知程序和途徑本質上是 (1) 從對我們 (主觀) 來說明白易知的東西到就自然本身 (客觀) 來說明白易知的東西；(2) 從感覺經驗上易知的東西到理論 (理性) 上易知的東西；(3) 從感覺經驗到理論 (理性) 知識 (普遍概念) (4) 從整體事物到構成要素；(5) 從普遍、特殊的層次到個別層次 (徐開來譯, 2002, p.19-20)。因此亞里斯多德元素論之認知模式的特點早期 (「自然位置論 (目的論)») 是「經驗和思辨的宏觀連續靜態有交互作用觀」，後期 (生成與演化) 是「經驗和思辨的宏觀連續動態有交互作用觀」。「亞里斯多

德的反原子論是來自於他的經驗性觀點，此觀點隱含了一個假設，即物質是能夠被感官認知的東西。因此有關物質（物質的基本組成或萬物的本源，引者）到底是斷續的（粒子觀、理性觀）還是連續的（以太說、經驗觀）的不同看法是源自深層的哲學爭論」（Nussbaum，1998，p.183）。

三、道耳吞的原子理論

第一個現代的原子理論是由道耳吞（John Dalton，1766—1844）在1803年所提出來的，他的想法和德謨克利特相似，但不同的是道耳吞卻有實驗去支持他的看法。在十八世紀時許多科學家流行鍊丹術，其中有位科學家拉瓦錫發現了“質量守恆定律”，之後另一位科學家普魯斯特發現了“定比定律”——如：當碳和氧反應產生一氧化碳和二氧化碳時，碳和氧的重量比都呈簡單整數比（定比定律）。於是道耳吞提出他的看法：「物質是由最小單位——原子所組成的」，道耳吞認為元素是由基本的粒子（原子）所組成，每一種元素有一個特別的原子，如：碳原子和氧原子可以組成一氧化碳或二氧化碳，唯有原子的存在才能合理的解釋“定比定律”以及“質量守恆定律”。

道耳吞基本的假設是：

1. 所有的物質是由原子組成的，原子是最小單位無法再被分割。
2. 相同元素的原子，其原子質量與大小均相同；不同元素的原子，其質量與大小均不同。
3. 化合物是由不同種類的原子以固定比例組成的。
4. 化學反應是原子重新排列產生新物質，在反應過程中，原子不會改變它的質量或大小，也不會產生新的原子，或使任何一個原子消失。

雖然沒有直接的證據證實原子的存在，但此時期接受道耳吞想法的人增加了（Stonebarger，1990；陳文靜，2000；許良榮，1997；尹基勉，1998）。

四、湯木生的原子模型---西瓜模型

1836 年法拉第研究在玻璃管中放置低壓的氣體，並在兩端通高壓電時的放電現象，之後陸陸續續有許多科學家也加入研究類似的實驗，並發現管內正對陰極的地方會產生螢光，這就是有名的陰極射線管實驗（洪振方、陳文靜，2000；Mansoor，1998）。對於它的成因有兩派的人看法不同，如克魯克斯（William Crookes，1832 - 1919）等人從實驗中支持陰極射線是粒子所造成的，因為當在玻璃管外加一個磁場時，螢光會產生偏轉；另一派的人如：赫茲（Heinrich Rudolf Hertz，1857-1894）則認為陰極射線是波動現象釋放能量產生光線。克魯克斯為了證明陰極射線究竟是粒子或波動，於是他做了幾個實驗：他在玻璃管中放了一個十字形的擋板，結果發現正對陰極的玻璃壁會產生陰影；若在玻璃片中放置一個雲母葉片的風車，則通電後風車可以被轉動，於是他堅信玻璃管中的陰極射線是有帶負電的粒子存在。他的學生湯木生（Joseph John Thomson，1856-1940）1897 年為了證明這些帶電粒子究竟是什麼？他做了一個實驗：他讓陰極射線同時通過磁場和電場，去測量陰極射線中粒子的質量和電量的比值。結果發現：無論在玻璃管中放入何種氣體，比值皆為定值，湯木生認為這些微粒子是從原子中分裂出來的更小帶負電的粒子，他並且把這個粒子命名為“電子”，之後他提出了自己的原子模型---西瓜模型（陳文靜，2000；Mansoor，1998；Stonebarger，1990）。

五、拉塞福的原子模型---行星模型

拉塞福（Ernest Rutherford，1871-1937）是湯木生的學生，拉塞福剛開始和老師的原子觀點是相同的，他和蓋革（Hans Geiger，1882 - 1945）和馬士登（Ernest Marsden，1889-1970）主要在研究放射能，當他們將帶正電的 α 粒子撞擊一片金箔時卻發現：大部分的 α 粒子是可以穿透過去的，只有極少數的 α 粒子會發生大角度的偏轉，這個現象使他們感到困擾。因為根據他們老師的西瓜模型：原子中的正電物質就像西瓜的果肉，而電子就像西瓜子一樣均勻分散在原子中。

如果此模型是正確的，那麼絕大多數 α 粒子會穿透，可是從實驗證明並非如此。在1904年長岡半太郎（ながおか はんたろう，Nagaoka Hantaro，1865-1950）曾提出原子是類似土星的模型，他認為原子內有一個帶有質量的物質形成核心，吸引電子圍繞在周圍。拉塞福認為這個模型比老師的原子模型更能解釋 α 粒子散射的現象，於是在1911年他提出了自己的原子模型——行星模型，這個模型說明幾個原則：

1. 原子中有一個帶正電的原子核，周圍的電子被它吸引繞著它轉。
2. 原子核的體積很小，因此原子中大部分是空隙。
3. 原子核的質量很大，幾乎集中了原子所有的質量。
4. 原子核中正電物質若帶 Z 個正電量，則核外的電子必帶 Z 個負電量。

後來1932年英國的查克（James Chadwick，1891-1974）又從實驗中發現原子核中另一個主角的存在——不帶電的中子，這時原子中的三個主角皆現身了（尹基勉，1998；陳文靜，2000；Mansoor，1998；Stonebar，1990）。

第三節 科學史在科學教學上的角色

一、科學史與科學教學

什麼樣的科學課程，有利於學生在學習時進行概念改變，並且可以使學生在面對科學科目時不再缺乏興趣？這個問題的答案，相信是從事科學教育的教師們，亟於瞭解的。

綜觀世界各國科學教育的趨勢，1960 年代強調科學知識的學習，到了 1970 年代則強調科學過程技能的學習，1980 年代以後更進一步轉為強調科學知識與如何獲取科學知識的方法兩者同等重要（洪振方，1997）。科學課程的改革，也由過去強調科學為一個知識體，轉移到強調科學活動與探究的教學（Hodson，1990，引自許良榮等，1995）。然而在強調科學活動與探究的教學中，我們培養學生熟悉過程技能的同時，是否也讓學生了解建構科學理論時，這些過程技能的本質？Carey & Smith（1993）評論現在的科學課程指出，雖然強調實做的過程技能，有可能使學生學習到實驗的設計及操作能力，但是對於這些過程技能在建構科學知識的角色並沒有幫助，也就是沒有提供學生對於科學探討的本質的認識（引自許良榮等，1995）。換言之，科學方法與科學過程技能的教學，並沒有表現出實際科學探究模式的內容。在學校的科學教學中，對科學方法的傳統看法，已被過度理想化，科學工作的實際情況並非如此（傅麗玉，1999a）。教師的教學與教科書的內容脫離真實化的情境（context），使原本就抽象而不易了解的科學知識更難為學生所接受。

Garrison & Lawwill（1993）認為如果科學教學的目標是引發學生對於科學探討過程的理解，則科學史是科學教學的必備要素（引自許良榮等，1995）。Duschl（1990）認為，一個合理的科學探討過程實應讓學生從科學史的角度了解目前我們所知道的科學知識究竟是如何形成，而不要只告訴學生什麼是正確的科學知識（郭重吉，1992b）。因此，我們必須強調與「情境」連結的科學教學，而這正是

科學史所能提供的特質與功能。在科學史的情境中，學生們可藉由見習科學家在面對問題時，探究問題的歷程、思考的歷程、以及解決問題的歷程，進而認識其中所蘊含的科學本質（洪振方，1998）。

檢視我們教科書的科學課程內容，大抵上只是將科學家們由過去迄今，數百年來的研究成果，做一個摘要式的總結敘述；陳勇志等人（1998）檢視在現行國中理化教科書的力學部份，科學史所佔的百分比只有 2.99%。以這種驚鴻的一瞥，來看待科學家們經由努力所換取得來的偉大成就，實在是窺豹一斑；而這樣的教學，也往往會讓學生認為，科學的發展過程乏善可陳，科學發展的成果只是堆棧式的理論累積。

在過去與現今的教科書裡，往往只提供了學生在自然世界上，普及的、清楚的知識，所呈現的現今科學知識內容，是持續累加的頂點；大部分的教師將他們的教學工作重點，放在他們所已經知道的內容上，卻忽略了他們如何致知的部分（Monk & Osborne, 1997）。

此外，教師在教授科學課程時，常常是以講述、背誦、測驗的方式，來取得教學上的方便，卻忽略了在以這樣的方式進行科學教學時，實在扼殺了許多學生的創造、思考的能力。

因此，科學教育學者在設計科學課程時，不應過度簡化科學課程的情境，應該在科學教學過程中結合科學史的情境，以達成「過程」之學習，使學生了解到科學理論與真實世界中常識知識之間的關聯，才是科學教學成效的關鍵處。

二、科學史融入教學的歷史

科學本身有其發展的歷史及文化背景，無論中外的科學，都是在某種自然觀、世界觀下發展演化出來的，我們絕不能忽略了「歷史」這一個時間的向度（劉君燦，1997）。各個時代的思想潮流，深深影響了科學史融入教學之興衰。以下擬將

簡單回顧科學史融入教育的歷史背景，以說明將科學史融入教學，已為國際間未來科學教育的重要主流。

十九世紀初，Auguste Comte 就已察覺到科學史能幫助人們了解實證哲學，因而首開科學史應用於通識教育之先例(張榮耀，2000)。二十世紀初，George Satron 承襲 Comte 的理念，主張科學是最實證的知識，科學發展的歷史能幫助人類促進社會的進步，因而開始在哈佛大學建立教授科學史的傳統(徐光台，1995)。

二次大戰後，在美國興起反科學的思潮，為了避免造成科學與人文的對立，科學史便開始嶄露頭角。其中最具代表性的人物，首推哈佛大學校長 Conant。1951 年起 Conant 開始提倡科學史通識課程，以科學史個案研究法(case-study approach)編寫了八個科學發展歷程中的科學史事例，讓一般人明瞭何謂科學方法，後來這套教材便成了哈佛大學學生的通識課程之一。Conant (1951)認為藉由早期科學發展例子的介紹，可讓學生明瞭科學的發展過程，以及科學知識是如何融入社會。這樣的想法，引起了科學教育學者對科學史研究的興趣，深深地影響了科學史的研究後進者。Klopfer 和 Waston (1957)延續 Conant 的想法，也發展了八個適合高中生使用的科學史事例(History of Science Cases, 簡稱 HOSC)，並指出在科學課程中加入科學史的 HOSC，可以增加學生對於科學及科學家的了解，同時也不會減少學生對於學科知識的學習(Klopfer & Cooley, 1963)。

1960 年代初期，Gerald Holton、Fletcher Watson 和 James Rutherford 等人合作發展適合高中生學習的哈佛大學物理課程計畫(Harvard Project Physics Course, 簡稱 HPP)。這一套以歷史為導向的物理課程，是將大量的科學史教材融入一個完整的課程中(包括教科書、補充讀本、實驗設備等)，其主要目的是想要呈現科學的人性面，以吸引不想選修物理的學生(巫俊明，1997)。HPP 與當時盛行的 PSSC 高中物理課程相較，在科學素養、方法的應用、科學知識的主動追求、批判性推理等方面，均優於主流的 PSSC (Aikenhead, 1974)，而物理成就測驗之成績，也與採用其他課程之成績相當接近(Brush, 1989)。可惜當時因蘇俄 Sputnik

衛星的發射，各國深恐科學落後，遂大力提倡精英教育，強調科學知識及技能的學習（林煥祥，2000）；加以當時科學史哲對於科學教學或科學學習的功能尚未明確建立，影響實際應用（如課程設計）的部分有限，使得 HPP 並未受到重視（許良榮、李田英，1995），科學史在科學教育的地位也逐漸下降，直到 1980 年代之後才受到重視。

1970 和 1980 年代，科學史的研究並非主流，但相關研究仍持續進行。當時的科學教育界正流行著「科學過程技能」的學習，強調學習獲得知識的方法比學習知識本身更重要，亦即強調「科學即探究」之教育理念（洪振方，1997）。但在此時，Brush（1989）指導著美國物理學會（American Physical Society）所成立的物理史單位與美國科學史學會（History of Science Society）成立的教育委員會，開始展開對科學史的相關研究；此外，在美國國家科學基金會（National Science Foundation，簡稱 NSF）的贊助下，一群哲學家、科學史家及教育家共同努力開發出一套科學史導向的高中物理課程 Project Physics Course（傅麗玉，1996）。

1980 年代末期以後一直到現在，整合科學史於科學教育已成一重要的國際科學教育趨勢，世界各國皆相繼從事科學史與科學課程結合的研究與實踐工作。1989 年首屆國際科學史、科學哲學與科學教育群在 NSF 的贊助下，於佛羅里達州立大學召開會議；歐洲物理學會（European Physical Society）也在 Pavia、Munich、Paris 及 Cambridge 等地舉行一連串的「物理史與物理教學」研討會；英國科學史學會（British Society for the History of Science）也於 1987 年於 Oxford 大學舉行「科學史與科學教學」研討會。從進行如此多的科學史哲融入科學的課程改革與研討會，便可窺知結合科學史與科學哲學融入科學課程在科學教育上已佔有不小的地位。此外，英國的國家科學課程丹麥的國家學校課程、荷蘭的 PLON 課程教材、及俄國、澳洲的師資培育課程等，都以實際的行動將科學史與科學哲學融入科學課程中（Matthews，1999）；其中美國在 1993 年推動的 2061 科學教育

改革計畫 (Project 2061) 中的結論，更將「歷史的關聯」(Historical perspectives) 列為全民科學十二項教學指標之一，由此更見科學史在科學教育中已蔚為主流 (劉廣定，1997)。

受到此風潮的影響，我國科學教育亦日漸重視科學史融入教學的課程，不但有許多行科學史融入教學之相關理論與實徵研究陸續提出 (徐光台，1995；洪振方，1997 等)，連台灣師範大學數學研究所及高雄師範大學科學教育研究所都先後於 1992 年及 1993 年開設科學史、科學哲學的課程；大學部分，高雄師範大學及東吳大學亦設有科學史的課程。1995 年國內也邀請在近年推動科學史教學不遺餘力的 Michael R. Matthews 來台作一系列有關科學史的學術演講 (洪振方，1997)，洪萬生、張之傑、程樹德等更成立了科學史研究團體，除了固定在每期的科學月刊上發表之外，對於國內的科學史推動與發揚更是不遺餘力 (鄭子善，2000)。此外，1996 年在高雄師範大學的一群教師在國科會的補助下，成立我國第一支結合科學史哲於科學教育的研究群，進行三年的整合型計畫，目前的研究成果包括：科學史融入科學教學的現況調查、教材的編寫、通識教育、教學模式的建立、種子教師的培育等實證研究。1999 年該研究群於高雄師範大學舉辦「一九九九科學史、哲學與科學教育學術研討會暨研習會」，與會人士包括國內外學者、科學教育機構、中學教師及研究生等，更將此風潮帶至高潮 (林格朱，2004)。

目前，我國於 1998 年發行的國中理化課本內，也加入不少的科學史內容 (林煥祥，2000a)，現行九年一貫課程暫行綱要 (2001) 中，也建議融入科學史資料。美國 Project 2061 科學教育改革專案資源書 Benchmarks for Science Literacy (AAAS，1992) 也將科學史列為各級學校的科學課程重點之一 (傅麗玉，1999a)，以及美國的 National Science Education Standards (NRC，1996) 亦將科學史與科學本質明定為 K-12 的科學教育內容標準的八項類別之一 (侯志洋和許良榮，2001)。科學史融入科學課程已是現在科學教育的主流了！

三、科學史融入教學的功能

現在的社會，大量的新知識、新技術一再地被發現或被創造出來。若墨守以強調科學知識的吸收與科學方法的習得之科學教學目標，勢必難以適應科學知識及技術迅速更新的現在。因此，不論國內、外的科學教育，皆將重心放至科學素養的培養、情意態度的陶冶、科學本質的體認、解決問題能力的養成等目標上。科學史融入教學也因其多元的功能，而在這樣的時代背景中漸露頭角，在科學教育中佔得重要的地位。在科學教育的文獻中，有許多學者研究發現科學史對學生在科學概念的理解、科學方法的學習、情意態度的培養、科學本質的了解、科學素養的提升等方面皆有所助益，並建議在科學課程中加入更多的科學史內容（王唯齡，2004；巫俊明，1997；洪振方，1998；侯志洋，2001；許良榮、李田英，1995；傅麗玉，1996；賴羿蓉，1996；Brush，1989；Kauffman，1987；Matthews，1994；Oldroyd，1977；Solomon、Duveen、cot & McCarthy，1992；Wandersee，1990；Wang & Marsh，2002）。而各文獻中皆表示科學史的功能十分多元，可幫助學生多方面的科學學習。

賴淑婷（2007）歸納出學者們對科學史融入教學一般看法大致包括下列七項功能與優點：

1. 增進科學概念的理解，提升科學成就（王唯齡，2004；巫俊明，1997；洪振方，1998；侯志洋，2001；傅麗玉，1996；廖麗貞，洪振方，2000；賴羿蓉，1996；Matthews，1994；Solomon et al.，1992）。
2. 培養正確的科學態度（王唯齡，2004；巫俊明，1997；侯志洋，2001；Kauffman，1987；Oldroyd，1977）。
3. 瞭解科學與人文的關係，培養科學素養（王唯齡，2004；侯志洋，2001；洪振方，1998；傅麗玉，1996；廖麗貞、洪振方，2000；賴羿蓉，1996；Kauffman，1987；Matthews，1994；Oldroyd，1977；Solomon et al.，

- 1992； Wang & Marsh ， 2002)。
4. 增加學習科學的興趣，提升對科學的態度（王唯齡，2004；巫俊明，1997；侯志洋，2001；陳淑媛、洪振方，1998；劉廣定，1997；賴羿蓉，1996； Solomon et al. ， 1992)。
 5. 經歷科學家的探究歷程，學習解決問題的方法（王唯齡，2004；侯志洋，2001；陳淑媛、洪振方，1998；廖麗貞，洪振方，2000；賴羿蓉，1996； Oldroyd ， 1977)。
 6. 瞭解科學本質，建構合宜的科學本質觀（王唯齡，2004；巫俊明，1997；侯志洋，2001；洪振方，1998；陳淑媛、洪振方，1998；傅麗玉，1996；廖麗貞，洪振方，2000；賴羿蓉，1996； Kauffman，1987； Matthews， 1994； Wang & Marsh ， 2002)。
 7. 學習正確的科學方法（王唯齡，2004；侯志洋，2001；傅麗玉，1996；廖麗貞，洪振方，2000；劉廣定，1997； Matthews， 1994)。

四、科學史融入教學對學生學習成就之影響

近年來科學史融入教學逐漸受到國內外科學教育學界的重視，諸多研究者論述並強調科學史在教學和學習方面所扮演的角色，許多研究亦顯示出科學史確實有助於學生對科學概念的學習，提升學習成就（王唯齡，2004；巫俊明，1997；林煥祥等，1996；侯志洋，2001；洪振方，1997；許良榮、李田英，1995；傅麗玉，1996；廖麗貞、洪振方，2000；賴羿蓉，1996； Matthews， 1994； Oldroyd ， 1977； Schecker ， 1992； Solomon et al. ，1992)。

相關文獻表列如下：

表 2-3-1 科學史融入教學對學生學習成就之影響

作者（年代）	研究結果
林煥祥、蕭碧茹、 林建志、黃瑞方、 鄭秀如（1996）	實驗組概念解題能力顯著高於其他組，尤其對低成就學生。
陳淑媛（1997）	加入科學史未造成學生學業成績的負面影響。
巫俊明（1997）	在物理課程中加入適量的科學史事例，不會影響學生物理學科成績。
鄭秀如（1997）	經由科學史教學之學生，他們的學習成就確實有進步。
尹基勉（1998）	融合科學史與建構式教學模式之實驗組的學業成就顯著高於控制組。
陳和玉（1998）	問答法與講述法的科學史融入式教學在學生的學習成就上，與控制組無顯著差異；合作學習法則有助於提升學生的學習成就。
陳淑媛、洪振方 （1998）	融入科學史的教學對學生學業成績沒有負面影響。
鄭秀如、林煥祥 （1998）	在段考成績方面，呈現閱讀科學史或進行科學史教學之班級顯著高於未閱讀科學史教材的學生。
陳麗瑛（1999）	學生在「生物知識評量」上的前後測平均得分的差異達極顯著水準。
李玉貞（2000）	光學史融入教學對實驗組的學業成績無顯著的成效。
張榮耀（2000）	概念改變上實驗組顯著高於控制組。

表 2-3-1 (續)

作者 (年代)	研究結果
丁美枝 (2001)	在原子結構學習成就紙筆測驗中，發現科學史課文組的後測及進步表現皆顯著優於理化課文組。
陳意升 (2003)	於自然課中融入科學故事，對學生自然科成績無負面影響。
王世杰 (2004)	實驗組在學業成績上明顯高於控制組學生，並達顯著差異。
吳美瑩 (2004)	能促進學生之學習成就；而對高分組及中分組的影響顯著高於低分組。
林格朱 (2004)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 對學生生物學習成就有正面影響，且達顯著差異。 2. 對中分群學生生物學習成就有正面影響；對高、低分群學生之生物學習成就則無負面影響。
廖花秀 (2004)	採歷史對話教學之學生，其概念顯著優於對照組學生，可見歷史對話教學確能促進其概念的改變。
吳盈妮 (2005)	接受科學史融入教學之學生，其整體概念學習成效顯著優於未接受科學史融入教學之學生；但部分單元實驗組雖後測高於前測，但未達顯著差異。
陳麗鴻 (2005)	對學生學習成就有正面影響。
董秋紅 (2005)	實驗組學生在「科學成就測驗」上得分高於控制組，但未達顯著差異。
董美津 (2005)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 融入科學史教學後，對於實驗組學生的生物學習成就並未達顯著成效。 2. 融入科學史教學於光合作用概念上，在量的分析上，實驗組成績未達顯著成效；在質的分析上，則顯示確能幫助學生將概念釐清，答案較充實完整。

表 2-3-1 (續)

作者 (年代)	研究結果
Klopfer & Cooley (1963)	生物科控制組學生之學業成就顯著優於實驗組的學生，而物理及化學科的學生並無顯著差異。
Jensen & Finley (1996)	1. 不管是選擇題或申論題的得分，在前後測成績差距，都有顯著性的進步。 2. 經由科學史教學，能幫助學生理解概念。 3. 科學史可以讓教師預測學生的另有概念，也可以瞭解到科學家如何處理那些想法。
Irwin (2000)	實驗組與控制組學生在概念了解上沒有差異。
Lin & Chen (2002)	發現科學史教學的實驗組其概念解題能力顯著優於一般傳統教學的班級。

資料來源：“科學史融入教學對學生科學學習成效影響之統合分析”，賴淑婷，2007，**中原大學教育研究所碩士學位論文**，26-29。

從上表中可看出，在科學史融入教學影響學生科學成就之實證研究中，有部分研究顯示科學史融入教學對學生科學成就有正面影響（丁美枝，2001；王世杰，2004；尹基勉，1998；吳美瑩，2004；吳盈妮，2005；林格朱，2004；林煥祥等，1996；陳麗瑛，1999；陳麗鴻，2005；張榮耀，2000；廖花秀，2004；鄭秀如，1997；鄭秀如、林煥祥，1998；Irwin，2000；Jensen & Finley，1996；Lin et al.，2002），亦有研究發現並無顯著成效（巫俊明，1997；李玉貞，2000；陳意升，2003；陳淑媛，1997；陳淑媛、洪振方，1998；董秋紅，2005；董美津，2005），甚至有研究顯示會有負面成效的產生（Klopfer & Cooley，1963）。

學者普遍認定科學史融入教學可促進科學概念的學習，進而提升學生學習成就的原因是部分科學史的發展與學生的概念發展平行（傅麗玉，1996；鄭秀如，

1997; Clement, 1983; Driver & Easley, 1978; Matthews, 1994; McCloskey, 1983; Monk & Osborne, 1997; Nussbaum, 1983; Wandersee, 1986), 加上科學史可提供豐富的科學知識發展情境, 故引入科學史融入教學可以幫助學生覺察自己的概念, 並提供建構新概念的方法, 進而達到概念改變; 也能讓學生學習科學家的探究歷程, 提供學生學習科學的情境, 讓學生明白科學概念是如何產生, 縮短學生與科學概念之間的認知距離 (丁美枝, 2001; 楊淑芬, 1992; Carey, 1985; Mach, 1960; Matthews, 1994; Oldroyd, 1977; Schecker, 1992; Sequeira & Leite, 1991; Solomon et al., 1992)。科學史的學習除了學生受益之外, 老師在科學史的教學之中, 相對的也有所收穫。McDonald (1989) 指出科學史可幫助教學者預測學生的迷思概念, 以協助教學活動設計。Wandersee (1986) 也曾指出, 科學史可以幫助老師瞭解到以前的科學家在發展一個科學概念時, 是曾經產生過許多錯誤的概念, 而且這些錯誤的概念可能與現在的學生在學習過程中所擁有的錯誤概念類型相似, 因此教師們較能理解學生在學習時的困難所在, 使科學史成為一個有用的啟發工具。

第四節 電腦多媒體輔助教學的成效

一、教學媒體

人與人之間所賴以溝通觀念，思想或意見的中介物便可稱之為媒體（media）（羅綸新，2002）。而教學是將環境與資訊作最佳安排，以利學習者學習的歷程（Heinich，1993）。若將這些人與人之間用來互相溝通或傳遞訊息的媒體運用於教學上，就稱之為教學媒體（徐照麗，1999）。換句話說，教學媒體則是教學的媒介物，它可以是任何形式的資料、資源和設備。

教學媒體發展的順序可區分為四代（張霄亭，1991）。

1. 第一代媒體包括演示、粉筆板、戲劇、展覽品、模型、圖表等，其特性是不需要機器或電力發動。
2. 第二代媒體如教科書、作業簿與測驗等，其特性是以機器複印手寫或手畫的資訊。
3. 第三代媒體有照片、幻燈片、實物或透明投影片放映機、有聲或無聲影片、廣播、電視等，其特性是透過不同的機器，以拓廣人類的眼力與聽力。
4. 第四代媒體涵蓋編序教學、語言學習機、電腦、多媒體等，互動性為其特點。

教學媒體給人帶許多不同的表徵，Hoban、Hoban & Zissman（1937）及 Edgar Dale（1964）將各種媒體依特性分類。徐照麗（1999）加上 Bruner 認知表徵作為對比，並以「具體到抽象連續性」的概念來定義教學媒體的特性，以及不同媒體在教學上發揮功能的可能性，如圖 2-4-1 所示。

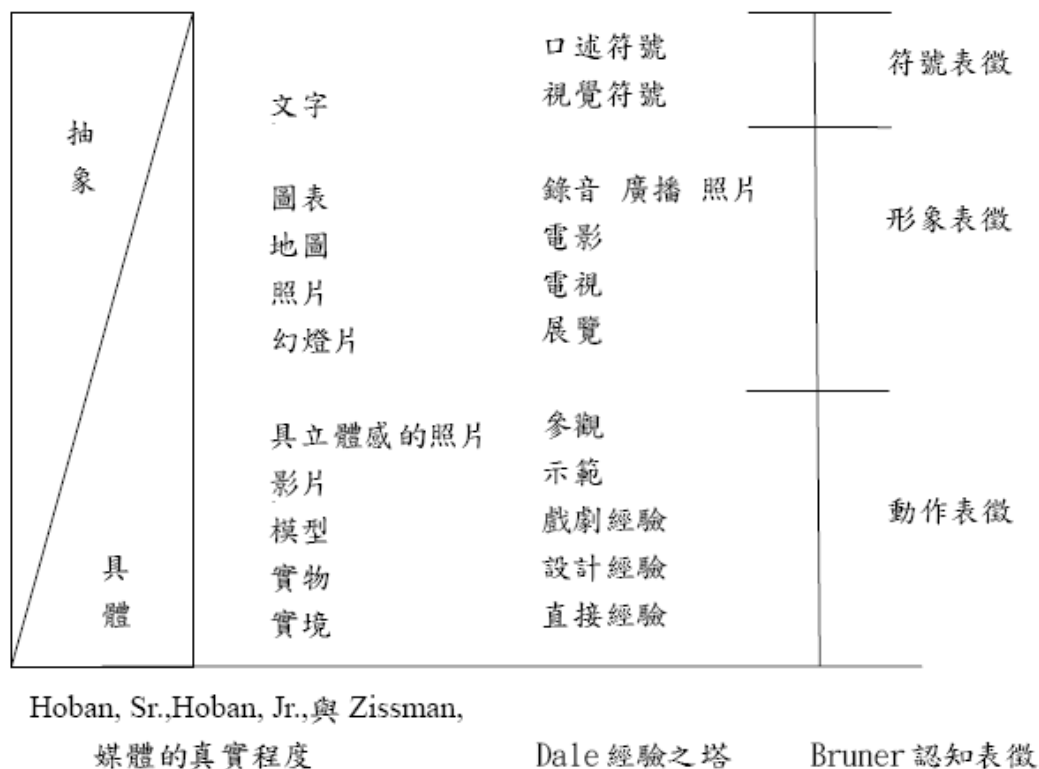


圖 2-4-1 媒體的特性----具體到抽象

二、電腦多媒體

1980 年代，多媒體指的是當時的各種媒體組合而成的視聽成品，例如：書本加上錄音帶，錄音帶配合同步播放的幻燈機等，以微電腦控制各幻燈機及音樂旁白播放次序的媒體則稱為（幻燈）多媒體。進入 1990 年代，因著科技的進步，電腦不僅從黑白進入彩色時代，更加上直接儲存、處理、操控影像聲音的能力，使得「多媒體」一詞的時代意思成為「電腦多媒體」（游朝煌，1997）。多媒體（multimedia）為建置在電腦上且結合文字、圖片、聲音、動畫及視訊等元素的互動溝通過程（吳東光、周士祺與柳百郁譯，1998）；多媒體通常具有互動的特性（McGloughlin，2001）；多媒體為一種利用電腦作交談式的溝通系統，能夠產生、儲存、傳送、圖形、聲音、動畫、影像等資訊（嚴心好，2004）。

嚴心好（2004）指出多媒體具有下列特性：

1. 同時用影像、聲音、文字呈現教材內容。
2. 容易儲存、複製、修改、重組及傳送。
3. 具超本文（Hypertext）能力。
4. 可利用其他外接裝置（例如鍵盤、滑鼠等）與電腦產生互動，創造主動學習環境。
5. 可快速查詢及處理資料。
6. 符合經濟效益。

在多媒體的元素中，可以呈現給使用者的元素包含（羅綸新，2002；李國銘，2001）：

1. 文字（text）：指各國的文字，含不同字體（fonts）、大小（size）、格式（styles）等的文字變化。
2. 圖形（graphic）：從點、線、面到三度空間的圖形。
3. 動畫（animation）：卡通、活頁動畫、連環圖畫、3D 動畫等。
4. 影片視訊（video）：電影片或拍攝錄製的影片。
5. 音效（sound）：利用音量和頻率組成的任何一種聲響、尖叫、呢喃、旁白或物質碰撞等聲音。
6. 音樂（music）：各種歌聲、樂聲和樂器的旋律等。
7. 三維互動式電腦繪圖影像（3D）：使用三維互動式電腦繪圖影像軟體所製作之互動影像，可以忠實呈現物體之三度空間資訊。
8. 虛擬實境（virtual reality）：使用電腦、頭盔顯示器、3D 立體眼鏡、3D

滑鼠和動作感應式數據手套 (motion sense data glove) 等組成的系統。

多媒體各個元素間彼此的關聯可以圖 2-4-2 表示 (嚴心好, 2004; Blatterner and Dannenberg, 1992)

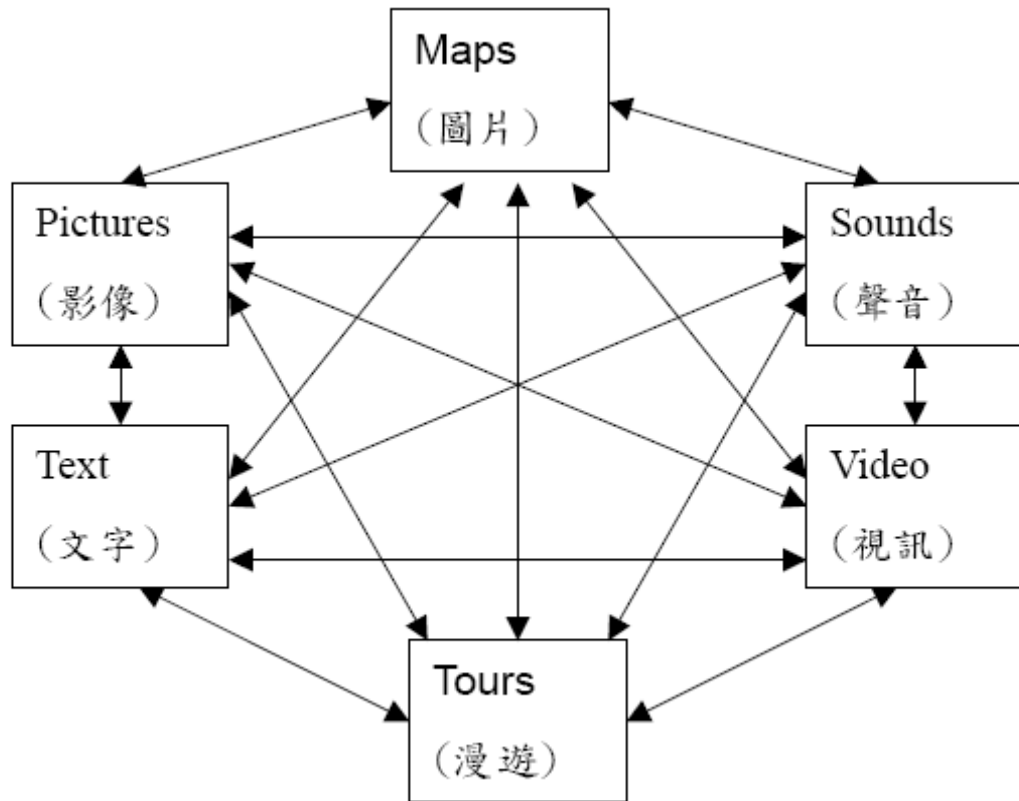


圖 2-4-2 多媒體各個元素間彼此的關聯

三、多媒體融入教學的功能

近年來，電腦科技發展一日千里。隨著電腦技術進步發展，電腦硬體設備逐漸降低成本，電腦應用發展普及。早期電腦科技發展，主要在運算速度提升、記憶容量擴增，以及新的應用程式研發。隨著動畫影像科技的進步，電腦的發展逐漸轉移至電腦動畫影像應用領域。電腦動畫目前為電腦應用發展最迅速的領域之一，而多媒體則是教學媒體研究發展中重要的一環。

動畫影像科技發展歷史雖然短暫，但是進步驚人。動畫影像科技由最早期雷達螢幕式，單色顯示器所繪製簡單幾何線條，到目前全彩螢幕動態顯示虛擬實境，影像技術發展不可同日而語。無論在家庭電視或者在電動玩具螢幕，透過電腦動畫影像傳達訊息已經成為社會中習以為常的生活方式。生活中到處可以看見電腦動畫或電子影像的存在，電腦動畫已經成為資訊社會重要活動一部份，而多媒體嚴然成為教學活動的一大利器。

多媒體的發展及其應用，不但對個人生活型態及學習思考模式有重大的衝擊與影響，同時對文化形成及教育體制改革也具有深遠影響力。多媒體在教育上的意義不僅是教學工具，同時也是一個互動的溝通媒體；不僅能啟發人類視覺經驗智能，同時影響人與人之間利用媒體互動的關係。

多媒體教學雖然一直是教育界關切重點，許多學者指出多媒體應該在教育上扮演重要角色，此外，關心教育趨勢及電腦應用的學者認為，動畫影像是學生最佳輔助學習的利器，研究顯示電腦動畫影像能啟發人類智能，同時對學習有強烈影響（王鼎銘，1997）。教育研究者同時發現，由於多媒體的互動性與允許學習者實際參與，學習者能更投入學習活動。

董家莒、張俊彥、蕭建華和戴明國（2001）研究中指出，近年來有許多國內外學者從事有關電腦輔助教學與學生學習成效的相關研究：

1. Bangert-Drowns, Kulik & Kulik (1985) 等人曾經對近代有關電腦輔助教學/學習成效進行綜合分析，他們依照所訂定的標準選擇了1968至1982年的文獻共四十二篇，依據各文獻研究的特徵進行編碼，以統計的方法歸納出各研究共同的結果及特徵，發現一電腦輔助教學對國中及高中學生的學業成就有正向的影響，會影響學生對電腦及學科的態度，對小學生及低成就學生的學習成效較佳，可縮短學生學習知識的時間及使用者會受到新奇效應（nonelty effect）的影響。

2. Roblyer, Castine & King (1988) 曾經分析 1980 至 1987 年的文獻，他們針對八十二篇相關文章進行研究，結果發現大學生和成人的學習成效高於小學和中學生，科學課程的學習成效優於數學及與文課程，低成就學生學習成效的提升高於一般學生，以及對自我、科學及電腦的態度都有影響。
3. 一些學者投入電腦輔助教學與傳統式教學的實徵研究，發現電腦輔助教學確實比傳統式教學顯著地增進學生科學學習成就（董家莒、張俊彥，1999；Chang，2000；Hughes，1974；Cavine & Lagowski，1987；Geban，Asker，& Ozkan，1992）。
4. 在學生學習成效方面的研究證實了電腦輔助教學能提升學生學習成就、有效地減少學習時間、並改善學生學習的興趣與態度（李吟，1991；Casteel，1989；Hannafin，1984；kulik & kulik，1984；Kulik & Kulik，1987；Litchifield，Dempsey，1990；Rieber，Boyce & Assad，1990）。
5. Dillshaw & Bell (1985) 以電腦設計的教學對學生邏輯思考的技能並沒有顯著的增長。
6. Cavin，Cavin & Logowski (1981) 研究發現，實施電腦輔助教學的實驗組在對化學態度上與對照組並沒有顯著的不同。
7. 國內學者邱貴發（1992）提出，目前科學教育文獻中，電腦輔助教學與傳統教學的比較仍有許多矛盾的結果。所以電腦輔助教學評量必須針對某個學科的某個單元，不可脫離學科的教材內容；應著重於知識和技能層面，情意層面不需列入；需考慮教材組織方式，及內容文字表達方式；應非常重視個人化與個別化。
8. Clark (1983，1985，1994) 在他許多知名著作中指出媒體比較的研究在教育的意義不大，學者應將電腦輔助教學實徵研究的中心移至探究 CAI 的設計應如何配合不同的課程內容與教學策略，而能產生最大的效益。

其它相關研究的研究者都認為電腦輔助教學在釐清課程中的抽象概念，以及增進學生的學習動機，是相當有效果的。相關文獻表列如表 2-3-2：

表 2-3-2 多媒體融入教學對科學教學之影響

作者（年代）	研究結果
董家莒、張俊彥 （1999） Chang（2000）	多媒體輔助教學可增進學生學習成效及引發學習動機之利器。
張俊彥、陳盈霖 （2000）	<ol style="list-style-type: none"> 1. 經由教師主導 CAI 的學生在學習成就的表現上幾乎顯著優於自行操作本 CAI 教材的學生；教師主導的 CAI 與學生操作 CAI 的方式對高分群的學生沒有統計上的顯著影響。 2. 對中低分群的學生而言，教師主導 CAI 明顯優於學生操作 CAI，並達到統計上的顯著水準。 3. 低分群學生在實驗組的表現遠優於對照組，並比中分群學生間的學習成就差異更為顯著。
林香岑（2001）	教授電化學時，電腦動畫輔助教學以呈現微觀的粒子世界，有助於學生學習電化學概念，尤其對於低先備知識的學習者更有顯著的差異。
邱美子（2002）	國中電化學電腦動畫輔助教學媒體能提升學生的學習成效。
黃建中（2000）	利用電腦多媒體教材來上課，學生的接受度非常的高，學習的效果也是非常的好。
吳昌家（2001）	利用電腦動畫教學媒體來輔助「粒子觀點」的教學確實較傳統式教學可以幫助國中學生建立粒子概念。
張秀激（2002）	對於抽象概念或實驗過程中無法觀察的現象及原理，可藉由電腦動畫來模擬，將概念或原理以較具體的方式呈現，能使國中學生比較容易理解。
李偉新（2002）	<ol style="list-style-type: none"> 1. 中學化學多媒體輔助教材可成為提高學習興趣的課後參考資訊來源，以彌補傳統教學的不足。 2. 融合科學史與建構式教學模式之實驗組的學業成就顯著高於控制組。

第三章 研究方法

本研究之目的在考驗原子科學史電腦輔助教學媒體融入自然與生活科技課程的成效，本研究之研究假設乃據此而擬定，而研究之進行亦據此而設計與實施。有關本研究之研究方法共分為五大部分：研究流程、研究對象、研究工具、研究程序、研究進度甘特圖。

第一節 研究流程

本研究從形成問題至論文撰寫，區分為發展、預備、教學與施測及資料分析等四個階段，流程圖如下：

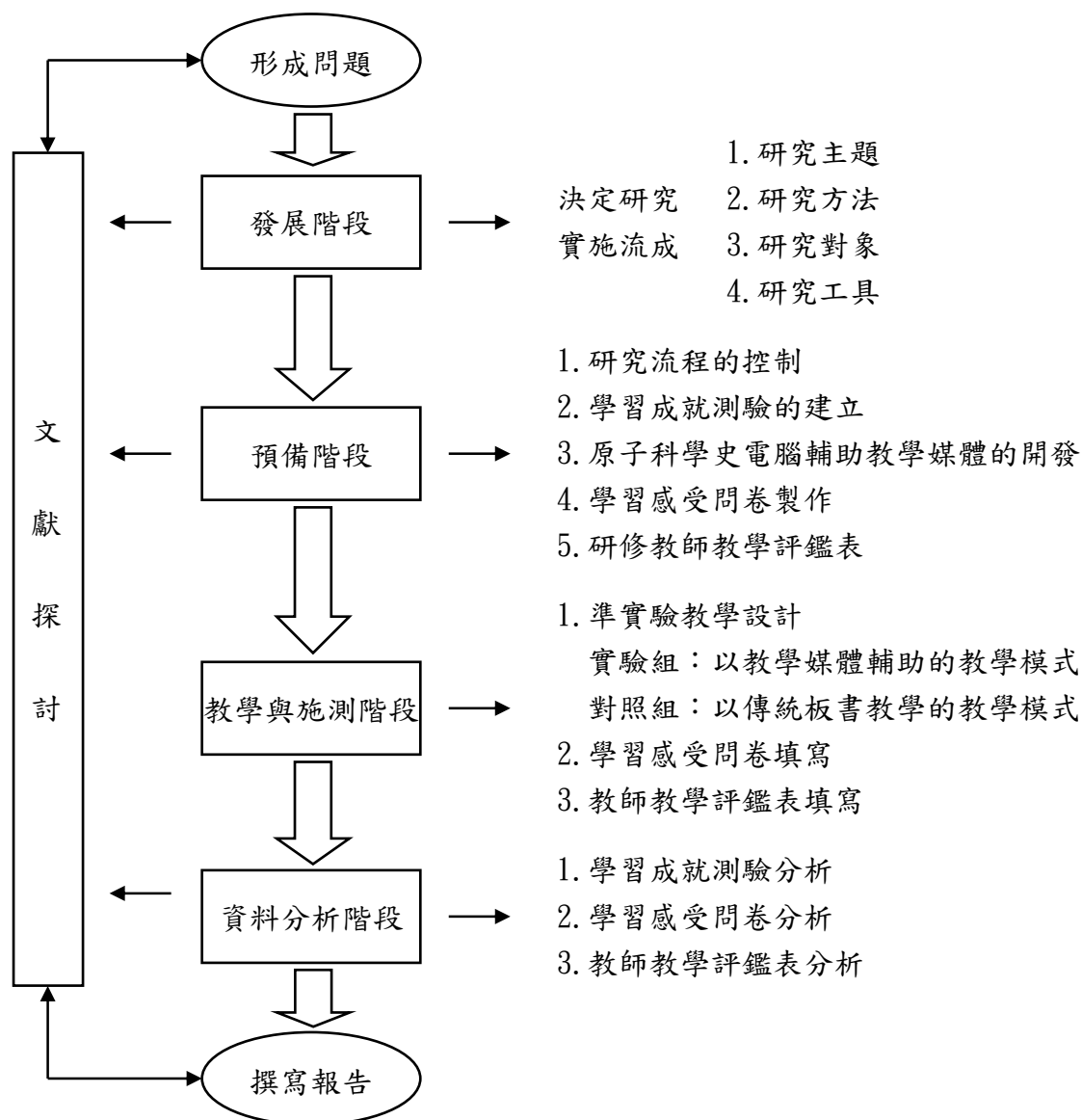


圖 3-1-1 研究設計流程圖

一、發展階段

本階段是根據研究者教學生的經驗，先選出國中自然與生活科技學習領域的課程內容中，學生在學習上容易出現迷思概念且在教學活動後學習成就低落之章節，在與指導教授討論後，訂定出本研究的研究主題、研究方法、研究對象及研究工具，而後形成研究架構，並擬定執行進度。同時進行文獻集，其內容主要以電腦輔助教學媒體、教育心理學、科學史融入教學以及原子結構和莫耳數等相關概念在國中自然與生活科技學習領域之內涵與學習困難。

二、預備階段

本階段以開發研究工具為首要工作，並針對研究對象的自然與生活科技學習成就進行分析，同時精進研究者的教學媒體製作能力。開發的研究工具計有原子科學史電腦輔助教學媒體、學習成就測驗、學習感受問卷暨教師教學評鑑表等四項，以符合本研究需求。開發後求專家評，以修正研究工具，並期使研究工具完備。

三、教學與施測階段

本研究採用準實驗研究設計（王文科，1997），實驗組一班，控制組一班，操變因為原子科學史電腦輔助教學媒體的使用，並輔以教師說明。工作內容包含對控制組與實驗組進行教學活動、實驗組於教學活動後進行學習感受問卷以及進行實驗組與控制組的教學評鑑。

四、資料分析階段

本階段主要工作在於分析實驗組與控制組的前後測成績、實驗組的學習感受問卷以及實驗組與控制組的教師教學評鑑表。將各各研究工具的分析結果進行整理，得到實驗結果，並針對實驗結果提出結論與建議，最後完成報告之撰寫。

第二節 研究對象

本研究於 97 學年度第一學期進行，研究對象為：

一、學生

本研究以研究者任教之班級學生（台北縣某縣立國民中學二年級學生）為對象，該校學生來自社會經濟各階層的家庭。取其中一班當作實驗組，另一班當作控制組，共兩班，合計 71 人。後測試卷回收之後，除只做前測或後測、特殊資源班學生等無效試卷，有效樣本共計 71 人。控制組為 1 班，男生為 19 人，女生為 17 人，合計 36 人，實施「傳統板書教學模式」；實驗組為 1 班，男生為 17 人，女生為 18 人，合計 35 人，實施「原子科學史電腦輔助教學媒體教學模式」，實驗樣本之統計如表 3-2-1：

表 3-2-1 實驗組與控制組學生人數統計表

組別	男生	女生	合計
控制組	19	17	36
實驗組	17	18	35
總計	36	35	71

二、教師

本研究之化學教師為研究者本人，為國立台灣師範大學化學系畢業，領有中等學教合格教師證書，並具有八年之教學經驗。

第三節 研究工具

本研究為達研究目的，使用的研究工具包括「原子科學史電腦輔助教學媒體」、「學習成就測驗」、「學習感受問卷」、「教師教學評鑑表」等四種，以進行實驗過程與 集所需資料，茲將研究工具介紹如下：

一、教學工具

1. 控制組

控制組的教學實施以板書為主，其教材為南一版自然與生活科技第三第五單元－物質的組成。

2. 實驗組

實驗組以原子科學史電腦輔助教學媒體為教學工具，並輔以教師講解，此教學媒體可供課後閱覽，教學媒體可以 覽器 覽，或可直接以執行 在電腦上實施。其開發流程如圖 3-3-1 所示：

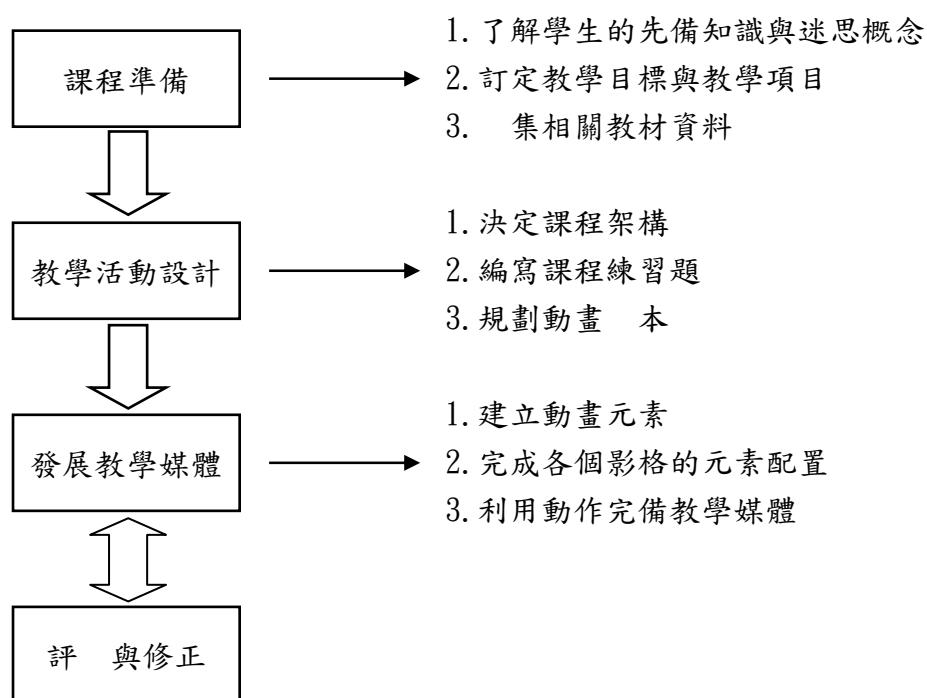


圖 3-3-1 教學媒體開發設計流程圖

本電腦輔助教學媒體以 FLASH CS3 編繪完成，從科學發展為編序，共分兩部份：

PART I：以原子科學發展為主軸，介紹到行星式原子模型

PART II：從分子說引入粒子觀點，介紹到莫耳數的計算

完成 可以 出為自動執行 (.exe)，不需 外工具軟體，便可在任何一台電腦上執行，便於教師教學；另可 出為超文本 (.htm)，便於放置在網頁上，方便同學 家複習。主畫面附有快速選單，如圖 3-3-2a、圖 3-3-2b 所示；快速選單便於使用者操作，不必每一次都必須從頭開始，可視情況隨時調整進度。



圖 3-3-2a PART I 之快速選單



圖 3-3-2b PART II 之快速選單

二、評量工具

1. 前測—自然與生活科技學習成就

本研究未另行設定前測試題，而以受試者「八年級（國中二年級）上學期自然與生活科技科第一、二次段考平均分數」為前測成績，並依據此成績作為高、低成就分界。

2. 後測—學習成就測驗

學習成就測驗的目的是想瞭解受試者在教學前或教學後，對於「原子、分子與粒子觀點」、「原子結構」及「莫耳數」等概念的理解。測驗工具的發展，首先分析文獻，收集學生可能擁有關於「原子、分子與粒子觀點」、「原子結構」及「莫耳數」的迷思概念或先備知識，再根據這些概念以及單元教學目標，設計題目選項發展成測驗內容。試題初 完成後，進行預測並請二位專家學者評定試卷的合適性，再依預測結果與專家學者的評閱結果進行修正。學習成就測驗共有 25 題，每題 4 分，滿分為 100 分。效度方面：試題內容是否具有效度，可以利用雙向細目表作為依據，以判斷評量內容的代表性。評量內容的雙向細目表如表 3-3-1：

表 3-3-1 學習成就測驗內容的雙向細目表

教材內容	教學目標			題數 小計
	概念知識	概念理解	概念應用	
單元活動				
原子結構	3, 4, 5	1, 2, 6	7, 8, 9	
小計	3	3	3	9
原子、分子 與粒子觀點	11, 12	10, 14, 15	13, 16, 17	
小計	2	3	3	8
莫耳數	18, 19, 20	21, 22, 23	24, 25	
小計	3	3	2	8
合計	9	9	7	25

3. 學習感受問卷

教學實驗後，為瞭解實驗教學是否適合於學生，及實驗教學對於學生的影響，設計十八個陳述句，每個陳述句包含了非常同意、同意、不同意、非常不同意等四個選項，期藉由此問卷瞭解實驗組學生對本實驗教學活動之感受。並設計兩個開放式問題，請學生針對教學媒體優缺點發表看法。學習感受問卷 如附錄三。

4. 教師教學評鑑表

本教師教學評鑑表的實施對象為實驗組及控制組，目的在於了解學生對教師上課方式的態度、意見及感想。評鑑表包含二十個陳述句，每個陳述句包含了非常同意、同意、無意見、不同意、非常不同意等五個選項。另外針對教師的教學能力及營造班級學習氣氛能力兩項進行評分，每項最低分為 1 分，最高分為 5 分，並敘明理由。評鑑表內容 見附錄四。

第四節 研究程序

一、前測

本研究未另行設定前測試題，而以受試者「自然與生活科技學習成就」（八年級上學期自然與生活科技科第一、二次段考平均分數）為前測成績，並依據此成績作為高、低成就分界，目的在分析受試者的程度差異。

二、教學活動

實驗組與控制組的教學活動皆在一般教室進行，實施時間為一週，共五堂課，每堂課時間 45 分鐘。

1. 實驗組

實驗組由研究者 任教學活動授課教師，教授範圍為南一版自然與生活科技第三 第五單元—物質的組成，使用筆記型電腦、單 投影機 配教室前方投影布幕，教學活動中採用原子科學史電腦輔助教學媒體，由授課教師 自操作，輔以口述講解，適時運用板書教學；其間穿插 師生互動，引導學生針對原子科學史電腦輔助教學媒體內的問題進行思考與回答。

2. 控制組

控制組同樣由研究者 任教學活動授課教師，除未使用原子科學史電腦輔助教學媒體，僅以板書教學外，教學活動中所採用的教材內容、教學策略等皆與實驗組無異。

三、後測與問卷調查

本研究後測—學習成就測驗、學習感受問卷暨教師教學評鑑表，於教學活動結束一週後進行施測。

四、資料整理與分析

研究資料收集包括前測—自然與生活科技學習成就、後測—學習成就測驗、學習感受問卷暨教師教學評鑑表等。上述資料的處理方法，分為兩部分：

1. 量的分析

以 SPSS10.0 套裝統計軟體及 MS-E CEL 對控制組及實驗組學生進行分析，並加以整理、歸納提出合理解釋。

2. 質的分析

根據學生學習感受問卷暨教師教學評鑑表之回應，加以解釋分析。實驗組學生資料的編碼，以 A 代表學習感受問卷，B 代表教師教學評鑑表，數字 01 代表控制組，02 代表實驗組，號以數字兩碼表示，如編號 A0201，即代表實驗組 2 號學生學習感受問卷的作答情形。

第五節 研究進度甘特圖

本研究從撰寫計畫開始製研究報告完成之各項工作進度表如表 3-5-1 所示：

表 3-5-1 研究進度甘特圖

日期	年	97										98			
	月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	
文獻 集、閱讀與整理															
提研究計畫															
編製後測紙筆測驗															
學習 FLASH															
開發教學媒體															
開發學習感受問卷															
開發教師教學評鑑表															
教學活動進行															
資料整理及分析															
撰寫研究報告															

第四章 資料分析與研究結果

本章依研究步驟，詳細說明各步驟資料處理的結果與統計數據，共分四節。第一節為前後測成績的統計結果分析，第二節為原子科學史電腦多媒體輔助教學範圍內概念之定性結果分析，第三節針對本次原子科學史電腦多媒體輔助教學之學習感受問卷的結果分析，第四節為本科教學評鑑結果分析，第五節為綜合討論。

第一節 前測與後測的統計結果分析

一、前測

前測統計分析的目的，主要為探討實驗組與控制組學生在化學學習成就上有無差異。研究者以學生之八年級第一、二次定期評量之平均值為前測成績，並進行全體學生差異性分析、高成就差異性分析以及低成就差異性分析。其中，學習成就則以班級平均分數為標準，分為高成就及低成就兩組。控制組前測平均分數為60.5208分，高成就人數18人，低成就人數18人；實驗組前測平均分數為59.7857分，高成就人數16人，低成就人數19人。

分析結果發現，實驗組與控制組的學生，無論是全體（如表4-1-1）、高成就（如表4-1-2）、低成就（如表4-1-3）而言，並無明顯差異（ $p > .05$ ）。

表 4-1-1a 全體學生前測成績統計分析結果

	人數	平均數	標準差	標準誤差	平均數的 95% 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
控制組	36	60.5208	19.69884	3.28314	53.8557	67.1860	30.50	98.75
實驗組	35	59.7857	22.81400	3.85627	51.9488	67.6226	11.00	98.00
總和	71	60.1585	21.14150	2.50903	55.1543	65.1626	11.00	98.75

表 4-1-1b 全體學生前測成績變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	9.590	1	9.590	.021	.885
組內	31277.815	69	453.302		
總和	31287.405	70			

表 4-1-2a 高成就學生前測成績統計分析結果

	人數	平均數	標準差	標準誤差	平均數的 95 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
控制組	18	77.2083	9.71212	2.28917	72.3786	82.0381	61.75	98.75
實驗組	16	80.2969	13.72869	3.43217	72.9814	87.6124	60.00	98.00
總和	34	78.6618	11.69238	2.00523	74.5821	82.7414	60.00	98.75

表 4-1-2b 高成就學生前測成績變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	80.802	1	80.802	.584	.451
組內	4430.684	32	138.459		
總和	4511.485	33			

表 4-1-3a 低成就學生前測成績統計分析結果

	人數	平均數	標準差	標準誤差	平均數的 95 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
控制組	18	43.8333	10.71832	2.52633	38.5032	49.1634	30.50	59.50
實驗組	19	42.5132	11.71255	2.68704	36.8679	48.1584	11.00	57.75
總和	37	43.1554	11.10358	1.82542	39.4533	46.8575	11.00	59.50

表 4-1-3b 低成就學生前測成績變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	16.110	1	16.110	.127	.723
組內	4422.309	35	126.352		
總和	4438.419	36			

二、後測

後測統計分析之目的，主要為探討實驗組的學生在接受原子科學使電腦多媒體教學課程後，其學科學習成就與接受傳統式教學的控制組有無差異。研究者以自行設計的原子科學史成就評量試題作為後測工具如附錄一，所得原始成績如附錄二，並依據前測分類對後測進行統計分析。

分析結果發現，實驗組與控制組的學生在全體學生（如表 4-1-4）、高成就學生（如表 4-1-5）方面無明顯差異（ $p > .05$ ）；但對於低成就學生（如表 4-1-6）則具有顯著差異（ $p < .05$ ），即原子科學史電腦多媒體教學對於實驗組低成就學生而言較控制組更能增進學生之學習成效。

表 4-1-4a 全體學生後測成績統計分析結果

	人數	平均數	標準差	標準誤差	平均數的 95 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
控制組	36	63.1111	19.99111	3.33185	56.3471	69.8751	28.00	100.00
實驗組	35	70.6286	18.27741	3.08945	64.3501	76.9071	40.00	100.00
總和	71	66.8169	19.40126	2.30251	62.2247	71.4091	28.00	100.00

表 4-1-4b 全體學生後測成績變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	1002.893	1	1002.893	2.730	.103
組內	25345.727	69	367.329		
總和	26348.620	70			

表 4-1-5a 高成就學生後測成績統計分析結果

	人數	平均數	標準差	標準誤差	平均數的 95 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
控制組	18	79.3333	10.73751	2.53086	73.9937	84.6730	60.00	100.00
實驗組	16	86.0000	12.81666	3.20416	79.1705	92.8295	56.00	100.00
總和	34	82.4706	12.06104	2.06845	78.2623	86.6789	56.00	100.00

表 4-1-5b 高成就學生後測成績變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	376.471	1	376.471	2.723	.109
組內	4424.000	32	138.250		
總和	4800.471	33			

表 4-1-6a 低成就學生後測成績統計分析結果

	人數	平均數	標準差	標準誤差	平均數的 95 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
控制組	18	46.8889	12.25652	2.88889	40.7939	52.9839	28.00	68.00
實驗組	19	57.6842	10.35510	2.37562	52.6932	62.6752	40.00	80.00
總和	37	52.4324	12.42878	2.04328	48.2885	56.5764	28.00	80.00

表 4-1-6b 低成就學生後測成績變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	1077.198	1	1077.198	8.408	.006
組內	4483.883	35	128.111		
總和	5561.081	36			

第二節 後測結果分析

後測目的在於了解進行多媒體教學與傳統教學後，學生對於授課範圍概念的差異。現就後測試題及其結果分析如下：

後測第 01 題在測驗學生對原子科學史發展歷程的初步概念，答題分布如表 4-2-1a。測驗所得結果經單因子異變數分析如表 4-2-1b 所示，兩組間並無顯著差異 ($p > .05$)。發現控制組與實驗組答對率相當，且答錯的學生多集中在 A 選項，推測乃受到道耳吞提出原子說標題的影響。但是實驗組選擇 C 選項的比例較少，推測因多媒體教學較易使學生注意力集中，且在原子結構講述完畢後會把教學媒體的畫面轉回原子說，說明原子說的修正。反之，控制組也有論述原子說的修正，但是容易 為片段知識，觀念之間的連結性較差。

表 4-2-1a 學生後測第 01 題答題人數分布表

01. 關於科學發展，下列敘述何者正確？

- A 道耳吞率先提出了原子的概念。
- B 亞里斯多德所提出的四元素論符合現今科學觀點。
- C 道耳吞提出的原子說至今仍然正確。
- D 原子模型會有可能會因新科學的發現而改變。

人數百分比	答案			
	A	B	C	D
控制組	19.4	0.0	11.1	69.4
實驗組	22.9	0.0	2.9	74.3

表 4-2-1b 學生後測第 01 題答題變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	.007	1	.007	.005	.946
組內	104.782	69	1.519		
總和	104.789	70			

後測第 02 題是針對原子外形及基本結構的判斷，答題分布如表 4-2-2a。測驗所得結果經單因子異變數分析如表 4-2-2b 所示，兩組間並無顯著差異 ($p > .05$)。不論是控制組或是實驗組，答對比例相當，而答錯的選項也皆集中在 B 選項，推測因為在說明拉塞福的原子模型時提到行星式模型，所衍生的迷思概念。

表 4-2-2a 學生後測第 02 題答題人數分布表

02. 下列為有關原子形狀的敘述，你認為哪一個是正確的？

- A 原子與實心球體相似，裏面填滿物質，是硬的。
- B 原子與平面的形相似，像太陽系。
- C 原子與球體形狀相似，裏面有空隙存在。
- D 原子是在物質中的一些點或。

人數百分比 \ 答案	A	B	C	D
	控制組	2.8	27.8	66.7
實驗組	0.0	22.9	71.4	5.7

表 4-2-2b 學生後測第 02 題答題變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	.319	1	.319	1.069	.305
組內	20.610	69	.299		
總和	20.930	70			

後測第 03 題在於探討原子內部結構的粒子分布情形，答題分布如表 4-2-3a。測驗所得結果經單因子異變數分析如表 4-2-3b 所示，兩組間並無顯著差異 ($p < .05$)。不論是控制組或是實驗組，答對比例相當，而答錯的選項也皆集中在 A 選項，這個想法跟古希臘時期的以太假說相類似，也說明學生在建構知識的過程與科學發展相似。

表 4-2-3a 學生後測第 03 題答題人數分布表

03. 下列為有關原子的結構組成，你認為哪一個較合理？

- A 原子是由更小的基本粒子組成，粒子間有空氣存在。
- B 原子是由更小的基本粒子組成，且粒子填滿整個原子。
- C 原子是由更小的基本粒子組成，粒子之間有空隙。
- D 原子是由更小的基本粒子組成，且有電量填滿空間。

人數百分比 \ 答案	A	B	C	D
	控制組	13.9	0.0	86.1
實驗組	11.4	0.0	88.6	0.0

表 4-2-3b 學生後測第 03 題答題變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	.043	1	.043	.094	.760
組內	31.394	69	.455		
總和	31.437	70			

表 4-2-4a 是探討原子內部結構的原子核、質子、中子以及電子間相互作用的關係。測驗所得結果經單因子異變數分析如表 4-2-4b 所示，兩組間存在顯著差異 ($p < .05$)。本題主要的選答為 A 選項與 C 選項，選項的主要差異在於電子的道是否固定且具有特定的形狀。實驗組有 62.9 選擇 C 選項而控制組則為 36.1，顯示出實驗組有較高的答對率。而控制組主要選答 A 選項有 58.3，但實驗組也仍有 31.4，顯示出學生容易對 A 選項產生迷思概念。推測答題差異的主要原因，乃因多媒體教學時，雖會呈現出形的電子道，但其道是變動的，因此，在教師說明實際電子的無法預測時，同學的印象較為深刻；反之，控制組的學生受限於黑板與講義教學，講義上電子以形道繪製，而黑板上的原子結構，畫上電子不特定時，顯得亂，反而模點，再加上生活中許多的關於原子的圖形皆描繪出形的道，是以控制組教實驗組更容易選出 A 選項。此題顯示出原子科學史電腦輔助教學媒體能有助於降低此迷思概念。

表 4-2-4a 學生後測第 04 題答題人數分布表

04. 下列為有關原子模型的敘述，哪一個比較合理？

- A 原子是由原子核與電子所構成，電子受原子核吸引以形道繞著原子核運轉。
- B 原子是由質子與電子所構成，電子和質子均勻分布在原子內。
- C 原子是由原子核與電子所構成，電子受原子核吸引繞著原子核運轉，但並沒有固定的道。
- D 原子是由質子與電子所構成，電子受質子吸引以形道繞著質子運轉。

人數百分比	答案			
	A	B	C	D
控制組	58.3	5.6	36.1	0.0
實驗組	31.4	5.7	62.9	0.0

表 4-2-4b 學生後測第 04 題答題變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	5.108	1	5.108	5.707	.020
組內	61.765	69	.895		
總和	66.873	70			

表 4-2-5a 是考驗學生對原子體積的概念。測驗所得結果經單因子異變數分析如表 4-2-5b 所示，兩組間並無顯著差異 ($p < .05$)。兩組皆有高比例的答對率。從 B 選項也可以發現，實驗組對於原子核體積的大小有比較清楚的認識。

表 4-2-5a 學生後測第 05 題答題人數分布表

05. 在你學完原子模型後，你認為下列哪一個較合理？

- A 原子核的體積很小，電子運動的範圍就是整個原子的大小。
- B 原子核的體積很大，電子的體積很小，因此原子核可以決定原子的大小。
- C 原子核中的質子，中子和核外電子三者的總體積就是原子的大小。
- D 原子核中質子的體積比核外電子的體積大，所以原子的體積等於質子加中子的體積。

人數百分比	答案			
	A	B	C	D
控制組	75.0	13.9	11.1	0.0
實驗組	80.0	0.0	20.0	0.0

表 4-2-5b 學生後測第 05 題答題變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	.027	1	.027	.048	.828
組內	38.706	69	.561		
總和	38.732	70			

表 4-2-6a 是學生對於原子和細菌 差異的檢驗。測驗所得結果經單因子異變數分析如表 4-2-6b 所示，兩組間並無顯著差異 ($p < .05$)。兩組皆有高比例的答對率。從選答也可以發現，兩組對原子和細菌 大小的差異有清楚認識， 仍有少數同學對於原子是否會分裂、複製、生長有錯誤認識，把原子類比為細菌 。

表 4-2-6a 學生後測第 06 題答題人數分布表

06. 原子是組成物質的最小單位，在生物中細 是組成生命體的最小單位，根據道耳吞的看法，下列哪一個敘述你覺得較合理？

- A 原子和細 一樣可以再分裂、複製、生長；但是原子比細 小。
 B 原子和細 一樣可以再分裂、複製、生長；而且原子和細 一樣大。
 C 原子不會像細 一樣再分裂、複製、生長；而且原子比細 小。
 D 原子不會像細 一樣再分裂、複製、生長；但是原子和細 一樣大。

人數百分比 \ 答案	A	B	C	D
控制組	22.2	0.0	77.8	0.0
實驗組	20.0	0.0	80.0	0.0

表 4-2-6b 學生後測第 06 題答題變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	.035	1	.035	.051	.822
組內	47.289	69	.685		
總和	47.324	70			

表 4-2-7a 呈現學生普遍清楚地認識決定原子質量的粒子。測驗所得結果經單因子異變數分析如表 4-2-7b 所示，兩組間並無顯著差異 ($p > .05$)。兩組皆有高比例的答對率。

表 4-2-7a 學生後測第 07 題答題人數分布表

07. 原子的質量，主要由哪兩種粒子決定？

- A 質子、中子 B 質子、電子 C 電子、中子 D 分子、中子。

人數百分比 \ 答案	A	B	C	D
控制組	72.2	25.0	2.8	0.0
實驗組	77.1	22.9	0.0	0.0

表 4-2-7b 學生後測第 07 題答題變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	.105	1	.105	.459	.500
組內	15.810	69	.229		
總和	15.915	70			

表 4-2-8a 發現學生答對率並不高，顯現學生在原子得失電子而形成帶電粒子的觀念並不清楚。推測原因乃為教師在此概念的講述時間不夠，僅提及從質子、中子與電子在原子內的分布情形，可以推測離子的帶電，跟電子的得失有關。測驗所得結果經單因子異變數分析如表 4-2-8b 所示，兩組間並無顯著差異($p .05$)。

表 4-2-8a 學生後測第 08 題答題人數分布表

08. 下列有關物質帶電的描述，何者正確？

- A 物質會帶正電是因為得到了部分的質子，抵消電子所以原子核中只下帶正電的質子。
- B 物質會帶正電是因為得到了部分的質子，所以原子中帶正電的質子比帶負電的電子多。
- C 物質會帶正電是因為失去了電子，所以原子中只下帶正電的質子。
- D 物質會帶正電是因為失去了部分電子，所以原子中帶正電的質子比帶負電的電子多。

人數百分比 \ 答案	A	B	C	D
	控制組	0.0	33.3	11.1
實驗組	0.0	14.3	28.6	57.1

表 4-2-8b 學生後測第 08 題答題變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	.756	1	.756	1.069	.305
組內	48.794	69	.707		
總和	49.549	70			

表 4-2-9a 是一個典型的 題，主要在於檢驗原子說的熟悉程度。兩組的答對率相當，但並不高，顯示學生易落入 ，也表示學生對於原子說的內容熟悉程度尚有進步空間。推測選擇 B 選項以及 C 選項的原因，應為對原子說修正的說明影響了作答的正確性，約有半數學生對題 描述 帶過，僅選出有錯誤描述的選項。測驗所得結果經單因子異變數分析如表 4-2-9b 所示，兩組間並無顯著差異 ($p .05$)。

表 4-2-9a 學生後測第 09 題答題人數分布表

09. 關於道耳吞原子說的敘述，何者錯誤？

- A 原子主要由電子、質子和中子三種基本粒子所構成。
- B 同一元素的原子的性質相同。
- C 不同元素的原子能以簡單整數比例結合成化合物。
- D 化學反應後，原子會重新排列。

人數百分比 \ 答案	A	B	C	D
控制組	58.3	27.8	13.9	0.0
實驗組	60.0	8.6	31.4	0.0

表 4-2-9b 學生後測第 09 題答題變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	.447	1	.447	.642	.426
組內	48.032	69	.696		
總和	48.479	70			

表 4-2-10a 在於考驗學生對於空氣中氣體分子的粒子觀點正確性。測驗所得結果經單因子異變數分析如表 4-2-10b 所示，兩組間並無顯著差異 ($p > .05$)。兩組皆有高比例的答對率。

表 4-2-10a 學生後測第 10 題答題人數分布表

10. 空氣可以被壓縮是因為

- A 氣體分子間有空隙
- B 氣體分子有 性
- C 氣體分子彼此可以結合
- D 氣體分子體積變小。

人數百分比 \ 答案	A	B	C	D
控制組	83.3	8.3	0.0	8.3
實驗組	91.4	8.6	0.0	0.0

表 4-2-10b 學生後測第 10 題答題變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	1.088	1	1.088	2.612	.111
組內	28.743	69	.417		
總和	29.831	70			

後測第 11 題答題分布如表 4-2-11a 所示。實驗組的答對率明顯高於控制組，表示經由多媒體教學，使實驗組的學生較明瞭原子與分子的差異。測驗所得結果經單因子異變數分析如表 4-2-11b 所示，兩組間存在顯著差異 ($p < .05$)。而兩組答錯的選項皆集中在 A 選項，推測是由於教學內容以原子為主，分子相對講述時間較少，因而產生迷思概念。而在多媒體教學中，在講述分子時有鮮 的圖示，以及模擬真實粒子運動情形的動畫，使得學生較容易接受分子的概念。

表 4-2-11a 學生後測第 11 題答題人數分布表

11. 具有物質特性的最小粒子是
A 原子 B 分子 C 元素 D 化合物。

人數百分比	答案			
	A	B	C	D
控制組	52.8	47.2	0.0	0.0
實驗組	25.7	74.3	0.0	0.0

表 4-2-11b 學生後測第 11 題答題變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	1.300	1	1.300	5.728	.019
組內	15.658	69	.227		
總和	16.958	70			

後測第 12 題屬於原子、分子之粒子觀點概念應用，答題分布如表 4-2-12a 所呈現，兩組學生的答對率都不高，顯示出部分學生對於元素和化合物的差異仍模糊。測驗所得結果經單因子異變數分析如表 4-2-12b 所示，兩組間並無顯著差異 ($p > .05$)。另外，此概念應用的題，與教師授課時所描述的口語與方式較為不同，部分學生不易察覺題目在於分辨元素和化合物的差異，推測答錯的同學被題中“科學家製造出一種新分子”所影響，認為科學家在製造的過程中因發生了化學反應，衍生出了反應物互相反應產生了新分子的想法，因而認為新分子為化合物。

表 4-2-12a 學生後測第 12 題答題人數分布表

12. 在 1985 年，科學家製造出一種新分子，是由六十個碳原子組成，形狀如一球，該分子屬於
A 原子 B 元素 C 化合物 D 混合物。

人數百分比 \ 答案	A	B	C	D
控制組	0.0	52.8	41.7	5.6
實驗組	0.0	60.0	40.0	0.0

表 4-2-12b 學生後測第 12 題答題變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	.290	1	.290	.935	.337
組內	21.372	69	.310		
總和	21.662	70			

後測第 13 題在於檢驗原子與分子間差異之概念理解，並且須對於單原子分子有清晰認識，方能順利選出正確的選項。答題分布如表 4-2-13a 所呈現，控制組與實驗組的答對率都不高，但實驗組仍優於控制組，測驗所得結果經單因子異變數分析如表 4-2-13b 所示，兩組間並無顯著差異 ($p > .05$)。而答錯學生集中在 B 選項，推測學生是對單原子分子以及化合物的認識不清，學生經常硬要區分單原子分子到底是原子還是分子，而且也經常把化合物錯認為混合物。

表 4-2-13a 學生後測第 13 題答題人數分布表

13. 關於原子和分子的敘述，何者正確？
A 氣體大多以單獨的原子存在於自然界
B 分子是由二個或數個相同原子組成的
C 原子具有分子的特性
D 分子具有物質的特性

人數百分比 \ 答案	A	B	C	D
控制組	0.0	55.6	8.3	36.1
實驗組	0.0	42.9	0.0	57.1

表 4-2-13b 學生後測第 13 題答題變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	2.019	1	2.019	2.113	.151
組內	65.925	69	.955		
總和	67.944	70			

後測第 14 題可以測驗學生對物質三態的粒子觀點是否產生迷思概念，實驗組的答對率略高於控制組。答題分布如表 4-2-14a 所呈現。推測實驗組答對率較高的原因，在於多媒體教學呈現物質三態時，由於電腦繪圖的精準，不同狀態所呈現的分子大小一致，反觀控制組在教學時，由於在黑板上圖手描繪，分子大小並不一致，容易對學習造成困擾。另外，控制組在 D 選項的答題率為 0，而實驗組則有 22.9，推測乃因多媒體上有顯現固態分子的振動，學生因而產生了分子在移動的迷思概念。測驗所得結果經單因子異變數分析如表 4-2-14b 所示，兩組間並無顯著差異 ($p > .05$)。

表 4-2-14a 學生後測第 14 題答題人數分布表

14. 以粒子觀點來說明物質的三態，下列敘述何者錯誤？

- A 狀態雖然不同，但組成分子相同
- B 態變為氣態，則該分子體積會變大
- C 態變為氣態，分子脫離分子群體而 ，均勻散 在空中
- D 固態分子堆積較為 密，分子不能自由移動，所以有一定的形狀。

人數百分比	答案			
	A	B	C	D
控制組	0.0	66.7	33.3	0.0
實驗組	0.0	74.3	2.9	22.9

表 4-2-14b 學生後測第 14 題答題變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	.412	1	.412	.868	.355
組內	32.743	69	.475		
總和	33.155	70			

後測第 15 題答題分布如表 4-2-15a 所呈現，兩組的答對率皆相當高。測驗所得結果經單因子異變數分析如表 4-2-15b 所示，兩組間並無顯著差異 (p .05)。顯現兩組學生對於化學反應前後，原子與分子間變化差異的概念普遍清楚。

表 4-2-15a 學生後測第 15 題答題人數分布表

15. 粒子觀點來說明物理變化和化學變化，下列敘述何者錯誤？

- A 物理變化的過程中，分子並未改變，也沒有新的分子產生
- B 化成水，分子間的距離改變了，但是水分子本身並未被破壞
- C 化學變化的過程中原有的分子發生改變，產生新的分子
- D 物行光合作用生成 與氧的過程中，原子重新排列，分子並未改變

人數百分比	答案			
	A	B	C	D
控制組	0.0	0.0	11.1	88.9
實驗組	0.0	0.0	11.4	88.6

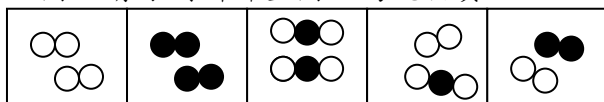
表 4-2-15b 學生後測第 15 題答題變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	.000	1	.000	.002	.967
組內	7.098	69	.103		
總和	7.099	70			

表 4-2-16a 顯示兩組答對率相當。測驗所得結果經單因子異變數分析如表 4-2-16b 所示，兩組間並無顯著差異 (p .05)。

表 4-2-16a 學生後測第 16 題答題人數分布表

16. 如圖，請你判斷哪些圖示為純物質？



丁

○ ● 代表不同原子

A 、 B 、 C 、丁、 D 丁、

人數百分比	答案			
	A	B	C	D
控制組	38.9	61.1	0.0	0.0
實驗組	31.4	68.6	0.0	0.0

表 4-2-16b 學生後測第 16 題答題變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	.099	1	.099	.423	.517
組內	16.098	69	.233		
總和	16.197	70			

後測第 17 題答題分布如表 4-2-17a 所示。實驗組的答對率明顯高於控制組，表示經由多媒體教學，使實驗組的學生較明瞭原子與分子的差異。測驗所得結果經單因子異變數分析如表 4-2-17b 所示，兩組間存在顯著差異 ($p < .05$)。而兩組答錯的選項皆集中在 B 選項，推測其原因同後測第 11 題，是由於多媒體教學使得學生較容易接受分子的概念。

表 4-2-17a 學生後測第 17 題答題人數分布表

-
17. 假設科學家發展出一個足夠小的物理切割工具將水進行切割，則切割到最終得到的最小粒子是？
 A 分子 B 原子 C 元素 D 混合物。

人數百分比	答案			
	A	B	C	D
控制組	41.7	58.3	0.0	0.0
實驗組	65.7	34.3	0.0	0.0

表 4-2-17b 學生後測第 17 題答題變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	1.026	1	1.026	4.257	.043
組內	16.636	69	.241		
總和	17.662	70			

後測第 18 題答題分布如表 4-2-18a，顯示兩組答對率相當。測驗所得結果經單因子異變數分析如表 4-2-18b 所示，兩組間並無顯著差異 ($p > .05$)。而兩組答錯的選項皆集中在 A 選項，表示兩組學生對原子量的定義皆存在迷思概念。

表 4-2-18a 學生後測第 18 題答題人數分布表

18. 下列有關原子量的敘述，何者正確？

- A 原子量表示 1 個原子的實際質量。
- B 氧的原子量為 16，表示 1 個氧原子質量為 16 克。
- C 原子量的單位為克。
- D 原子量是各原子間相互比較質量的比較值而已，並無單位。

人數百分比 \ 答案	A	B	C	D
控制組	36.1	0.0	0.0	63.9
實驗組	31.4	0.0	0.0	68.6

表 4-2-18b 學生後測第 18 題答題變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	.350	1	.350	.169	.682
組內	142.636	69	2.067		
總和	142.986	70			

後測第 19 題答題分布如表 4-2-19a，顯示兩組答對率相當。測驗所得結果經單因子異變數分析如表 4-2-19b 所示，兩組間並無顯著差異 ($p > .05$)。而兩組有少數同學選答 D 選項，推測學生認為莫耳數跟原子量並無直接關係。

表 4-2-19a 學生後測第 19 題答題人數分布表

19. 若科學家決議將原子量的標準改變，下列何者將不受到影響？

- A 各原子的實際質量。
- B 各原子的原子量。
- C 各分子的分子量。
- D 物質的莫耳數。

人數百分比 \ 答案	A	B	C	D
控制組	83.3	0.0	0.0	16.7
實驗組	82.9	0.0	0.0	17.1

表 4-2-19b 學生後測第 19 題答題變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	.004	1	.004	.003	.958
組內	89.743	69	1.301		
總和	89.746	70			

兩組對後測第 20 題答對率相當，答題分布如表 4-2-20a。測驗所得結果經單因子異變數分析如表 4-2-20b 所示，兩組間並無顯著差異 ($p < .05$)。

表 4-2-20a 學生後測第 20 題答題人數分布表

20. 原子的原子量為 24.3，則下列敘述何者正確？

- A 1 個 原子的質量為 24.3 克。
- B 1 克 原子的個數為 24.3 個。
- C 1 個 原子的質量是 4.05×10^{-23} 克。
- D 1 克 原子的個數為 6×10^{23} 個。

人數百分比 \ 答案	A	B	C	D
控制組	25.0	0.0	52.8	22.2
實驗組	20.0	0.0	57.1	22.9

表 4-2-20b 學生後測第 20 題答題變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	.201	1	.201	.182	.671
組內	76.194	69	1.104		
總和	76.394	70			

兩組對後測第 21 題答對率並不理想，答題分布如表 4-2-21a。測驗所得結果經單因子異變數分析如表 4-2-21b 所示，兩組間並無顯著差異 ($p < .05$)。此題要先能正確算出分子量，再判斷同質量的分子，分子量 大者，其莫耳數 小，最後還要把分子莫耳數和分子個數進行連結，概念的轉 較多，答題不易。

表 4-2-21a 學生後測第 21 題答題人數分布表

21. 下列物質各 1 公克，何者所含的分子數目最多？

- 原子量 H 1, C 12, O 16, He 4
- A He
 - B H_2O
 - C CH_4
 - D O_2 。

人數百分比 \ 答案	A	B	C	D
控制組	33.3	0.0	27.8	38.9
實驗組	37.1	0.0	40.0	22.9

表 4-2-21b 學生後測第 21 題答題變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	.993	1	.993	.623	.433
組內	109.965	69	1.594		
總和	110.958	70			

後測第 22 題實驗組的答對率較控制組高，答題分布如表 4-2-22a。測驗所得結果經單因子異變數分析如表 4-2-22b 所示，兩組間存在顯著差異 ($p < .05$)。推測實驗組的學生在莫耳數跟個數的連結較強，而控制組將莫耳數與體積做不當連結，故選答 B 選項。顯示實驗組學生在多媒體教學後在莫耳數跟個數之間的關係較為清楚，因部分答錯學生在原子與分子分辨上仍有困難，故選答 D 選項。

表 4-2-22a 學生後測第 22 題答題人數分布表

22. 關於 1 莫耳的碳原子和 1 莫耳的水分子，下列敘述何者正確？

- A 它們的質量比為 1:1 B 它們的體積比為 1:1
C 它們的個數比為 1:1 D 它們的原子個數比為 1:1

人數百分比 \ 答案	A	B	C	D
控制組	0.0	25.0	66.7	8.3
實驗組	0.0	8.6	71.4	20.0

表 4-2-22b 學生後測第 22 題答題變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	1.401	1	1.401	4.705	.034
組內	20.543	69	.298		
總和	21.944	70			

兩組對後測第 23 題答對率並不理想，答題分布如表 4-2-23a。測驗所得結果經單因子異變數分析如表 4-2-23b 所示，兩組間並無顯著差異 ($p > .05$)。此題選項涵蓋的觀念較廣，由選答情形可以看出兩組對於化學式中，各成分分子的種類及個數仍有部分學生未能清楚理解。另外兩組學生皆未選答 A 選項，由前後答題狀況，推測答錯學生是先由 B、C、D 選項作答。

表 4-2-23a 學生後測第 23 題答題人數分布表

23. 有關 CO₂ 的化學式，下列敘述何者錯誤？ 原子量 C 12，O 16
- A 表示 1 莫耳二氧化碳的質量有 44 公克。
 - B 表示二氧化碳分子是由 3 種原子所組成。
 - C 代表一個二氧化碳分子是由 3 個原子所組成。
 - D 表示二氧化碳是一種化合物。

人數百分比 \ 答案	A	B	C	D
	控制組	0.0	52.8	5.6
實驗組	0.0	60.0	11.4	28.6

表 4-2-23b 學生後測第 23 題答題變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	.733	1	.733	.827	.366
組內	61.098	69	.885		
總和	61.831	70			

後測第 24 題在考驗學生對分子量的計算以及對於組成分子的原子種類及個數的了解程度，答題分布如表 4-2-24a。測驗所得結果經單因子異變數分析如表 4-2-24b 所示，兩組間存在顯著差異 (p .05)。此題在控制組及實驗組的教學活動中皆有介紹，故答對率比預期高。推測控制組答錯學生僅計算到質量除以分子量或將分子量除以質量而得；反觀實驗組，推測答錯學生學生在計算出分子莫耳數後即 上亞佛加厥數，故選答 C 選項。

表 4-2-24a 學生後測第 24 題答題人數分布表

24. 在 90 克的 分子中，共含有多少個氧原子？
 原子量 H 1，C 12，O 16，He 2
- A 0.5 個
 - B 2 個
 - C 3 10²³ 個
 - D 18 10²³ 個。

人數百分比 \ 答案	A	B	C	D
	控制組	25.0	8.3	2.8
實驗組	0.0	2.9	28.6	68.6

表 4-2-24b 學生後測第 24 題答題變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	6.423	1	6.423	6.174	.015
組內	71.775	69	1.040		
總和	78.197	70			

兩組對後測第 25 題答對率相當高，答題分布如表 4-2-25a。測驗所得結果經單因子異變數分析如表 4-2-25b 所示，兩組間並無顯著差異 ($p > .05$)。此題為檢驗學生對原子量比即為原子質量比的計算，由於與教學活動中的例題相似，答對率高符合預期，推測答錯學生多為比例關係式計算錯誤。

表 4-2-25a 學生後測第 25 題答題人數分布表

-
25. A 元素的原子對 B 元素原子的質量比為 3 : 2，而 B 元素原子對碳原子之質量比為 4 : 3，則 A 元素的原子量為？ 原子量 C 12
 A 2 B 24 C 6 D 0.5。

人數百分比 \ 答案	A	B	C	D
	控制組	0.0	86.1	13.9
實驗組	0.0	85.7	14.3	0.0

表 4-2-25b 學生後測第 25 題答題變異數分析結果

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	.000	1	.000	.002	.962
組內	8.591	69	.125		
總和	8.592	70			

第三節 教學感受問卷之結果分析

教學活動結束後，對實驗組學生進行「原子科學史電腦輔助教學媒體」教學感受問卷，以了解學生對於所實施教學方式的感受。除當天未出學生後，共計 32 名學生參與此次問卷填寫，有效問卷男性 16 份、女性 16 份，共計 32 份。

一、問卷結果－選擇性部分

其結果經人次統計換算為百分比後如表 4-3-1

表 4-3-1 學習感受問卷調查統計（人數）

項目	男（共 16 人）				女（共 16 人）				合計（共 32 人）			
	極同意	同意	不同意	極不同意	極同意	同意	不同意	極不同意	極同意	同意	不同意	極不同意
01. 我覺得如果對自然與生活科技有興趣，則對學習效果有幫助。	50.0	50.0	0.0	0.0	43.8	50.0	6.3	0.0	46.9	50.0	3.1	0.0
02. 本次教學和平常上課並沒有什麼差別。	0.0	6.3	62.5	31.3	0.0	12.5	81.3	6.3	0.0	9.4	71.9	18.8
03. 電腦動畫內容和課本內容並沒有什麼差別。	0.0	0.0	56.3	43.8	0.0	18.8	62.5	18.8	0.0	9.4	59.4	31.3
04. 我覺得配合電腦動畫比只聽老師口頭和板書講解更容易理解。	62.5	25.0	12.5	0.0	43.8	37.5	18.8	0.0	53.1	31.3	15.6	0.0
05. 電腦動畫可以幫助我了解教師所要講解的概念。	50.0	50.0	0.0	0.0	37.5	62.5	0.0	0.0	43.8	56.3	0.0	0.0
06. 電腦動畫使得自然與生活科技變得有趣。	43.8	43.8	12.5	0.0	43.8	56.3	0.0	0.0	43.8	50.0	6.3	0.0
07. 電腦動畫吸引人注意。	62.5	25.0	12.5	0.0	43.8	50.0	6.3	0.0	53.1	37.5	9.4	0.0
08. 電腦動畫使原子的相關概念具體化，較容易理解。	56.3	43.8	0.0	0.0	31.3	62.5	6.3	0.0	43.8	53.1	3.1	0.0
09. 沒有電腦動畫我也可以學得很好。	12.5	31.3	43.8	12.5	0.0	12.5	37.5	50.0	6.3	21.9	40.6	31.3
10. 多媒體教學的上課方式較傳統教學更能引起我的學習興趣。	56.3	43.8	0.0	0.0	31.3	56.3	6.3	6.3	43.8	50.0	3.1	3.1
11. 多媒體教學的上課方式，使我較容易理解學習內容。	68.8	31.3	0.0	0.0	18.8	62.5	18.8	0.0	43.8	46.9	9.4	0.0
12. 互動式的教學媒體，使我可以易調整自己的學習進度。	37.5	43.8	18.8	0.0	12.5	50.0	37.5	0.0	25.0	46.9	28.1	0.0
13. 互動式的教學媒體，使我回家複習變得容易。	18.8	50.0	25.0	6.3	12.5	43.8	43.8	0.0	15.6	46.9	34.4	3.1
14. 電腦動畫使我了解原子模型的發展。	68.8	31.3	0.0	0.0	31.3	43.8	25.0	0.0	50.0	37.5	12.5	0.0
15. 電腦動畫使我了解原子、分子的差異。	43.8	50.0	6.3	0.0	18.8	37.5	43.8	0.0	31.3	43.8	25.0	0.0
16. 電腦動畫使我對莫耳的由來更清楚。	31.3	50.0	18.8	0.0	12.5	50.0	31.3	6.3	21.9	50.0	25.0	3.1
17. 電腦動畫有助於我進行莫耳數的計算。	31.3	37.5	31.3	0.0	18.8	31.3	50.0	0.0	25.0	34.4	40.6	0.0
18. 多媒體的教學只是頭，對於成績無幫助。	0.0	0.0	43.8	56.3	0.0	6.3	56.3	37.5	0.0	3.1	50.0	46.9

問卷中對於多媒體教學的正面敘述問題為項目 1、4~8、10~17；而負面敘述的問題為項目 2、3、9、18。茲將綜合結果分別依男同學、女同學以及全班同學，製作堆疊直條圖如圖 4-3-1 所示。

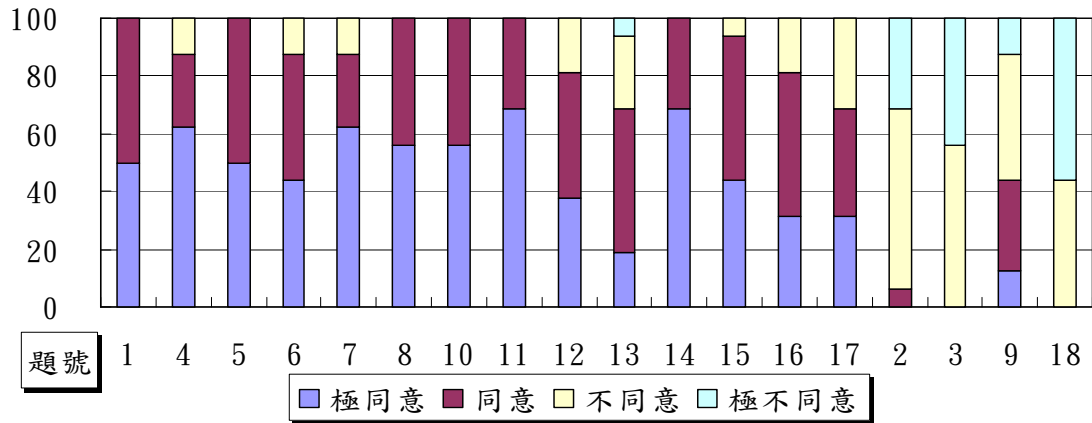


圖 4-3-1a 男同學問卷結果堆疊比較圖

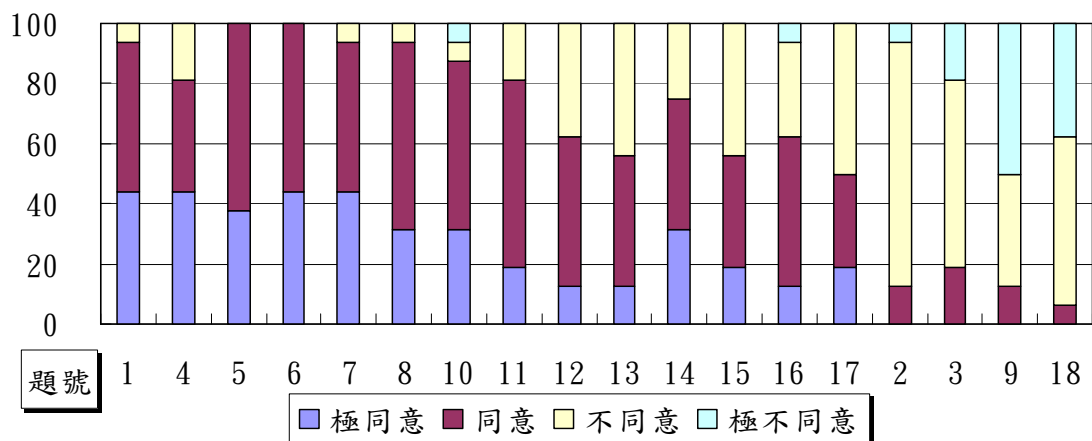


圖 4-3-1b 女同學問卷結果堆疊比較圖

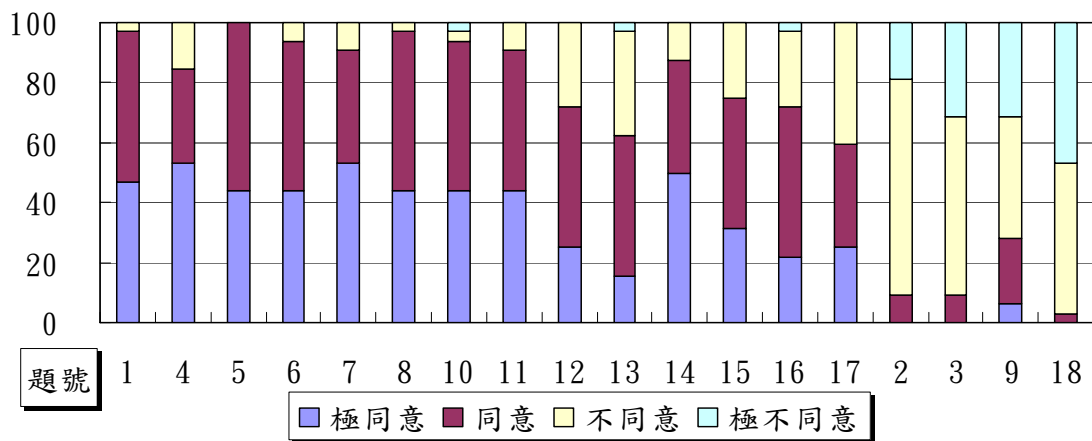


圖 4-3-1c 全班同學問卷結果堆疊比較圖

從結果中發現，大多數的學生都認為此種上課方式不同於以前的學習經驗，不只喜歡這樣的上課方式，也認為該教學媒體有助於學習。但，從項目 13 發現約有 37.5 的同學不認為 家後複習會比較容易（女同學更甚於男同學）；從項目 17 發現約有 40.6 同學不認為該軟體有助於進行莫耳數的計算（女同學更甚於男同學）。比較男女同學的問卷結果，發現男同學覺得該教學軟體對於學習方面的助益比較大，但在項目 9 又認為沒有動畫也能學得很好的比例也比女生高。

二、問卷結果－開放性問題

問卷第二部份為開放性問題，讓學生自由發揮，寫出參與本次多媒體教學活動的感想建議與優缺點，茲整理如表 4-3-2 所列。

表 4-3-2 學生對多媒體教學的感想

優點	<ol style="list-style-type: none"> 1. 動畫做得很精緻，讓我更了解原子、分子的差異，莫耳數計算也很細 2. 讓我更專心上課 3. 能讓我比較感興趣 4. 增加動畫可以比在黑板上的說明更清楚，更了解上課所說明的東西 5. 會比書更想看，而且分子 來 去…good 6. 有動畫，比較接近實際，聽得比較 7. 補充內容豐富，也更清楚理解一些抽象無法以眼觀察的知識，且配合教師講解使自己中印象增加 8. 能清楚明白原子、分子間的運動 9. 以動畫來表現電子、原子核的發現還 好玩的，單雙原子的動畫也可愛的 10. 粒子會動，和課本 的明顯有差異 11. 特殊的實驗裝置透過電腦更好理解 12. 配合老師的解說能令我從不 至了解 13. 色彩鮮 引人注意 14. 上課時容易吸收理解 15. 投影有浪 的感覺
缺點	<ol style="list-style-type: none"> 1. 計算式方面雖有完整算式，但還是要自己計算較清楚。 2. 時間若太長，容易睡著，照片容易 到人。 3. 文字敘述太多 4. 圖案少、動畫少 5. 若沒有人講解的話會覺得有點簡略 6. 視力差，用電腦看 眼 7. 有時切換畫面時間太短

第四節 教學評鑑表分析

本問卷目的在於了解實驗組與控制組學生對於教師在進行教學活動時各項指標的看法，有效問卷控制組 36 份，實驗組 34 份。其中控制組男同學計有 18 人，女同學計有 18 人；實驗組男同學計有 18 人，女同學計有 16 人。評鑑表共分兩個部份：選擇性問題、開放性問題。

其中選擇性問題又可區分為五項指標：

1. 解釋、舉例和整合學科知識的能力、與學生學習互動的表現
2. 與學生學習互動的表現
3. 教學方法與策略
4. 營造學習氣氛與課室經營
5. 表達能力

評鑑結果將各個問題所得答案依人數統計後換算成百分比，以利進行控制組與實驗組的比較。

一、評鑑表第一部份－選擇性問題

1. 解釋、舉例和整合學科知識的能力

問卷題號 2、3、4、6、7 為學生對教師解釋、舉例和整合學科知識的能力的看法，將控制組以及實驗組分別依男同學（男）、女同學（女）及全體同學（全）進行統計，整理統計結果如表 4-4-1 和圖 4-4-1 所示，而且兩組學生不分性別皆高度認同教師該方面的能力。

表 4-4-1 解釋、舉例和整合學科知識的能力（人數）

項目	組別	性別	極同意	同意	無意見	不同意	極不同意
02. 教師會說明每個單元的學習大綱及內容重點。	控制組	男	16.7	50.0	33.3	0.0	0.0
		女	22.2	66.7	11.1	0.0	0.0
		全	19.4	58.3	22.2	0.0	0.0
	實驗組	男	61.1	27.8	11.1	0.0	0.0
		女	43.8	43.8	6.3	6.3	0.0
		全	52.9	35.3	8.8	2.9	0.0
03. 教師能舉出生活化的實例，以提升學習興趣。	控制組	男	16.7	66.7	16.7	0.0	0.0
		女	38.9	44.4	16.7	0.0	0.0
		全	27.8	55.6	16.7	0.0	0.0
	實驗組	男	50.0	50.0	0.0	0.0	0.0
		女	62.5	25.0	6.3	6.3	0.0
		全	55.9	38.2	2.9	2.9	0.0
04. 教師能整合現行學習單元與過去學習單元的相關部分。	控制組	男	22.2	38.9	38.9	0.0	0.0
		女	33.3	50.0	16.7	0.0	0.0
		全	27.8	44.4	27.8	0.0	0.0
	實驗組	男	50.0	27.8	22.2	0.0	0.0
		女	25.0	50.0	12.5	12.5	0.0
		全	38.2	38.2	17.6	5.9	0.0
06. 教師能正確的講述並解釋課本內容。	控制組	男	22.2	38.9	38.9	0.0	0.0
		女	22.2	61.1	16.7	0.0	0.0
		全	22.2	50.0	27.8	0.0	0.0
	實驗組	男	61.1	38.9	0.0	0.0	0.0
		女	37.5	37.5	12.5	12.5	0.0
		全	50.0	38.2	5.9	5.9	0.0
07. 教師能引導同學進行思考以建立科學概念。	控制組	男	22.2	44.4	33.3	0.0	0.0
		女	16.7	72.2	11.1	0.0	0.0
		全	19.4	58.3	22.2	0.0	0.0
	實驗組	男	38.9	50.0	0.0	5.6	0.0
		女	31.3	43.8	18.8	6.3	0.0
		全	35.3	47.1	8.8	5.9	0.0

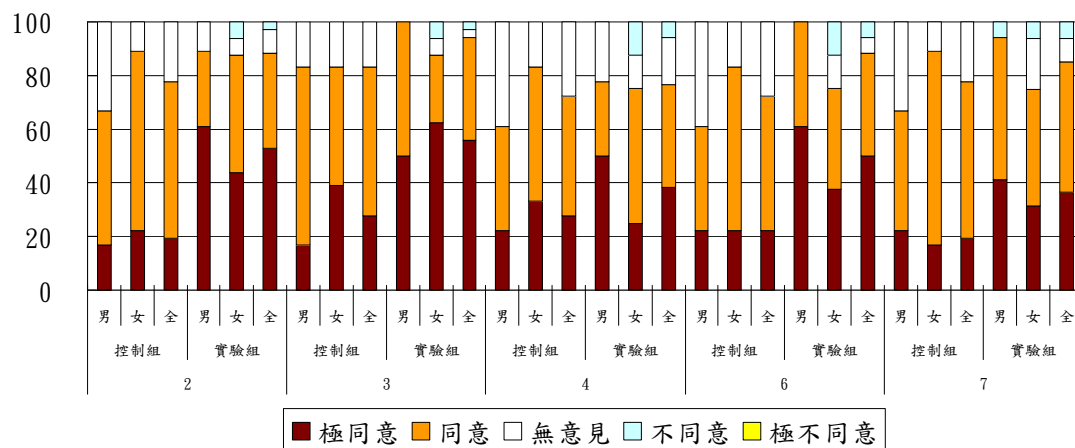


圖 4-4-1 解釋、舉例和整合學科知識的能力堆疊比較圖

2. 與學生學習互動的表現

問卷題號 8、9、10、14、15 為教師在課堂上與學生學習互動情形的感受，將控制組以及實驗組分別依男同學（男）、女同學（女）及全體同學（全）進行統計，整理統計結果如表 4-4-2 和圖 4-4-2 所示，而且兩組學生不分性別皆高度認同教師該方面的能力。

表 4-4-2 與學生學習互動的表現（人數）

項目	組別	性別	極同意	同意	無意見	不同意	極不同意
08. 教師能與同學互動，增加教學活動的參與感。	控制組	男	33.3	38.9	22.2	0.0	5.6
		女	38.9	50.0	11.1	0.0	0.0
		全	36.1	44.4	16.7	0.0	2.8
	實驗組	男	61.1	22.2	11.1	5.6	0.0
		女	37.5	43.8	18.8	0.0	0.0
		全	50.0	32.4	14.7	2.9	0.0
09. 教師能從同學的反應發現同學對課程的誤解和不解之處。	控制組	男	27.8	44.4	27.8	0.0	0.0
		女	33.3	55.6	11.1	0.0	0.0
		全	30.6	50.0	19.4	0.0	0.0
	實驗組	男	55.6	22.2	22.2	0.0	0.0
		女	25.0	37.5	31.3	0.0	6.3
		全	41.2	29.4	26.5	0.0	2.9
10. 教師能 心的使用不同的講述方式或例子，以 清誤解或 。	控制組	男	33.3	44.4	22.2	0.0	0.0
		女	50.0	27.8	22.2	0.0	0.0
		全	41.7	36.1	22.2	0.0	0.0
	實驗組	男	55.6	27.8	16.7	0.0	0.0
		女	50.0	31.3	12.5	0.0	6.3
		全	52.9	29.4	14.7	0.0	2.9
14. 教師會鼓勵同學多發問或練習，而不只是聽和讀。	控制組	男	27.8	27.8	33.3	11.1	0.0
		女	33.3	50.0	11.1	5.6	0.0
		全	30.6	38.9	22.2	8.3	0.0
	實驗組	男	44.4	33.3	22.2	0.0	0.0
		女	50.0	31.3	12.5	6.3	0.0
		全	47.1	32.4	17.6	2.9	0.0
15. 教師授課速度控制適中。	控制組	男	27.8	33.3	33.3	5.6	0.0
		女	16.7	55.6	27.8	0.0	0.0
		全	22.2	44.4	30.6	2.8	0.0
	實驗組	男	22.2	44.4	33.3	0.0	0.0
		女	31.3	25.0	37.5	6.3	0.0
		全	26.5	35.3	35.3	2.9	0.0

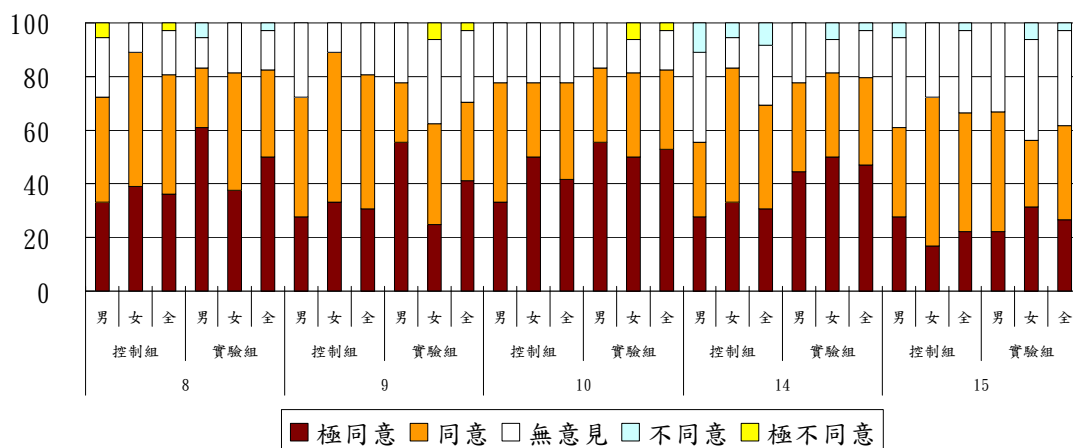


圖 4-4-2 與學生學習互動的表現堆疊比較圖

3. 教學方法與策略

問卷題號 5、11、12、13 為教師在課堂上進行教學活動所採用的教學方法與策略之評鑑，將控制組以及實驗組分別依男同學（男）、女同學（女）及全體同學（全）進行統計，整理統計結果如表 4-4-3 和圖 4-4-3 所示。兩組對於科學史的敘述差異性較大（實驗組：70.6，控制組：36.2），推測因實驗組採用電腦多媒體教學明確看到科學進程，而控制組因僅以口頭描述並配合教師自編講義，學生不易覺察教師在講授科學史，故控制組的同學以無意見者為最（61.1）。

表 4-4-3 教學方法與策略（人數）

項目	組別	性別	極同意	同意	無意見	不同意	極不同意
05. 教師除了講述學科知識，也會穿插敘述科學史。	控制組	男	0.0	33.3	61.1	5.6	0.0
		女	11.1	27.8	55.6	5.6	0.0
		全	5.6	30.6	58.3	5.6	0.0
	實驗組	男	22.2	50.0	5.6	11.1	11.1
		女	25.0	43.8	25.0	6.3	0.0
		全	23.5	47.1	14.7	8.8	5.9

表 4-4-3 (續)

項目	組別	性別	極同意	同意	無意見	不同意	極不同意
11. 教師的上課方式常以板書教學，很少使用其他教具。	控制組	男	0.0	5.6	33.3	50.0	11.1
		女	0.0	16.7	27.8	44.4	11.1
		全	0.0	11.1	30.6	47.2	11.1
	實驗組	男	11.1	5.6	33.3	33.3	16.7
		女	0.0	6.3	12.5	50.0	31.3
		全	5.9	5.9	23.5	41.2	23.5
12. 教師會利用不同的評量方式，了解同學的學習狀況。	控制組	男	5.6	22.2	66.7	0.0	5.6
		女	5.6	50.0	27.8	11.1	5.6
		全	5.6	36.1	47.2	5.6	5.6
	實驗組	男	11.1	55.6	33.3	0.0	0.0
		女	18.8	43.8	25.0	6.3	6.3
		全	14.7	50.0	29.4	2.9	2.9
13. 教師僅以黑板講述實驗內容，很少進行實驗活動。	控制組	男	5.6	5.6	44.4	44.4	0.0
		女	0.0	0.0	44.4	33.3	22.2
		全	2.8	2.8	44.4	38.9	11.1
	實驗組	男	11.1	16.7	11.1	50.0	11.1
		女	0.0	6.3	43.8	37.5	12.5
		全	5.9	11.8	26.5	44.1	11.8

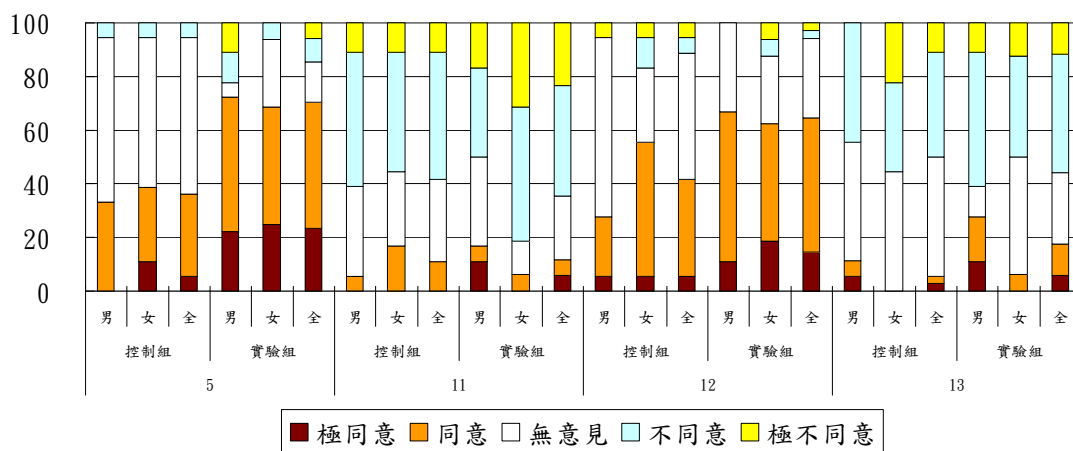


圖 4-4-3 教學方法與策略堆疊比較圖

4. 營造學習氣氛與課室經營

問卷題號 1、16、19 為教師營造學習氣氛與課室經營的看法。將控制組以及實驗組分別依男同學（男）、女同學（女）及全體同學（全）進行統計，整理統計結果如表 4-4-4 和圖 4-4-4 所示。兩組學生皆高度肯定教師營造學

習氣氛與課室經營的作法。但仍有相當比例的同學對學科感到枯燥，尤其以實驗組女生為甚。

表 4-4-4 營造學習氣氛與課室經營 (人數)

項目	組別	性別	極同意	同意	無意見	不同意	極不同意
01. 自然與生活科技科對我而言是枯燥乏 的科目。	控制組	男	0.0	11.1	50.0	27.8	11.1
		女	5.6	16.7	55.6	16.7	5.6
		全	2.8	13.9	52.8	22.2	8.3
	實驗組	男	5.6	0.0	16.7	50.0	27.8
		女	6.3	37.5	37.5	18.8	0.0
		全	5.9	17.6	26.5	35.3	14.7
16. 教師上課方式活 ，不會 板。	控制組	男	55.6	16.7	22.2	5.6	0.0
		女	50.0	33.3	16.7	0.0	0.0
		全	52.8	25.0	19.4	2.8	0.0
	實驗組	男	44.4	33.3	16.7	0.0	0.0
		女	56.3	18.8	25.0	0.0	0.0
		全	50.0	26.5	20.6	0.0	0.0
19. 教師能使用技 引起同學注意，使同學投入教學活動。	控制組	男	44.4	22.2	33.3	0.0	0.0
		女	22.2	55.6	22.2	0.0	0.0
		全	33.3	38.9	27.8	0.0	0.0
	實驗組	男	33.3	44.4	22.2	0.0	0.0
		女	37.5	50.0	12.5	0.0	0.0
		全	35.3	47.1	17.6	0.0	0.0

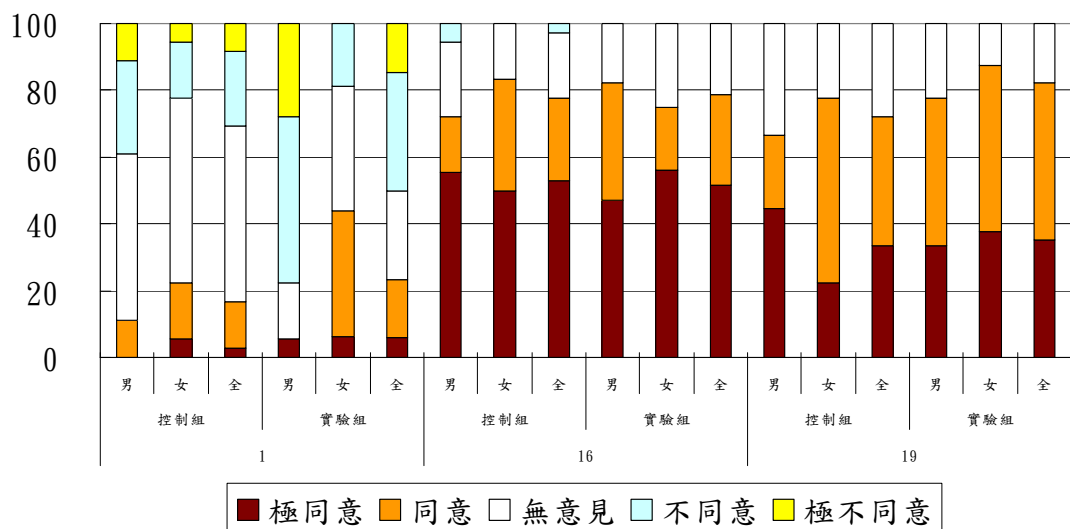


圖 4-4-4 營造學習氣氛與課室經營堆疊比較圖

5. 表達能力

問卷題號 17、18、20 為學生對教師表達能力的看法。將控制組以及實驗組分別依男同學（男）、女同學（女）及全體同學（全）進行統計，整理統計結果如表 4-4-5 和圖 4-4-5 所示。兩組學生皆高度肯定。

表 4-4-5 表達能力（人數）

項目	組別	性別	極同意	同意	無意見	不同意	極不同意
17. 教師的板書清楚、有條理、易理解且易於寫筆記。	控制組	男	27.8	33.3	38.9	0.0	0.0
		女	33.3	33.3	27.8	5.6	0.0
		全	30.6	33.3	33.3	2.8	0.0
	實驗組	男	38.9	38.9	22.2	0.0	0.0
		女	31.3	31.3	31.3	6.3	0.0
		全	35.3	35.3	26.5	2.9	0.0
18. 教師授課時的音量及速度適中。	控制組	男	22.2	44.4	33.3	0.0	0.0
		女	33.3	44.4	22.2	0.0	0.0
		全	27.8	44.4	27.8	0.0	0.0
	實驗組	男	27.8	50.0	22.2	0.0	0.0
		女	37.5	31.3	31.3	0.0	0.0
		全	32.4	41.2	26.5	0.0	0.0
20. 教師對課程進度的很當。	控制組	男	27.8	38.9	27.8	5.6	0.0
		女	22.2	16.7	61.1	0.0	0.0
		全	25.0	27.8	44.4	2.8	0.0
	實驗組	男	38.9	38.9	22.2	0.0	0.0
		女	43.8	25.0	25.0	6.3	0.0
		全	41.2	32.4	23.5	2.9	0.0

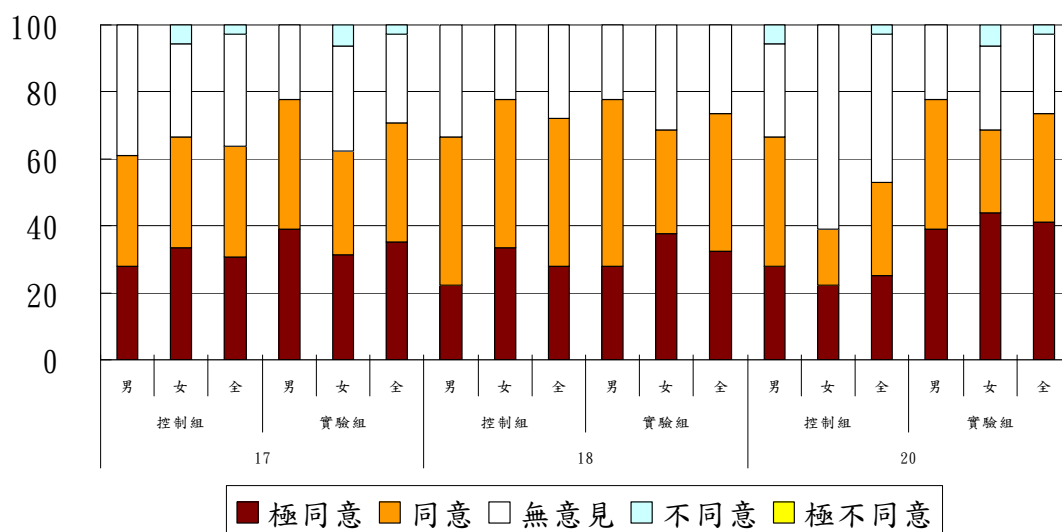


圖 4-4-5 表達能力堆疊比較圖

二、評鑑表第二部份－開放性問題

此部份為完全開放性問題，讓學生針對教師之教學活動與營造班級氣氛兩項能力進行評分，最低分為1分，最高分為5分，分數統計整理如表4-4-6與圖4-4-7，並寫下理由與建議，整理如表4-4-7與表4-4-8。

表 4-4-6 教學活動與營造班級氣氛分數統計表 (人數)

教學活動	1分	2分	3分	4分	5分	平均得分
控制組	0	0	9	14	13	4.11
實驗組	0	1	6	15	12	4.12
營造班級學習氣氛	1分	2分	3分	4分	5分	平均得分
控制組	0	0	8	14	14	4.17
實驗組	0	1	6	13	14	4.18

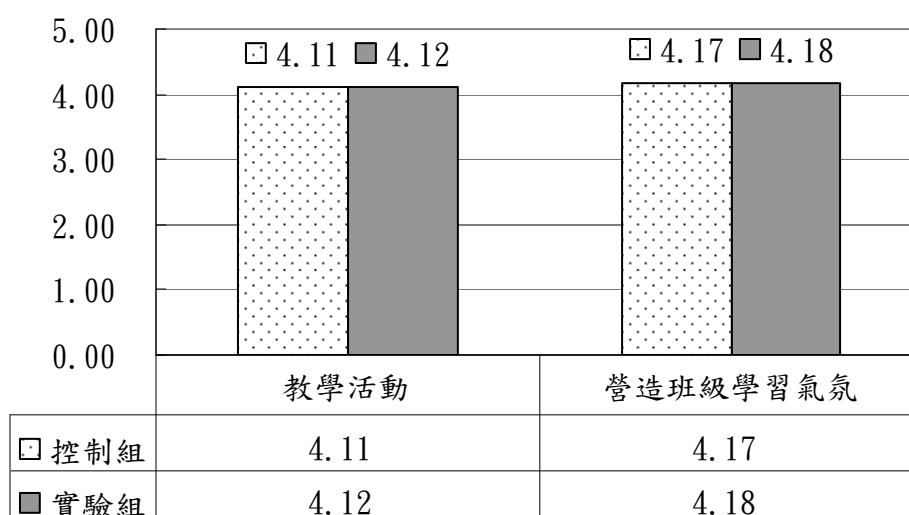


圖 4-4-6 教學活動與營造班級氣氛平均分數

表 4-4-7 教學活動評分的理由與建議

	對照組	實驗組
理由	優點	<p>1. 教學方式很活 讓同學可以投入這堂課。</p> <p>2. 音量夠大，字也夠大，看得清楚，也聽得很清楚。</p> <p>3. 表達清楚，內容有趣，也常進行實驗。</p> <p>4. 老師不但會 ，還會 生活例子比 。</p> <p>5. 老師會印自編講義，雖然內容很多，但是對學習理化很有幫助。</p> <p>6. 老師還有在進修，所以覺得 的東西可以說很新，覺得老師很 。</p> <p>7. 教學方式我很喜歡，會有一種很開心的感覺。</p> <p>8. 大部分以講義說明，並將枯燥乏的內容說明得活 生動。</p> <p>9. 老師觀念很正確，教學方式多元，同一種東西很多不一樣的例子，會學到一些生活知識。</p> <p>10. 能讓同學聽得 題目。</p> <p>11. 只要問問題，老師都能將我們 會</p> <p>12. 補充教材充足。</p> <p>13. 同學對活動的參與性都很高。</p>
	缺點	<p>1. 講得很清楚，可以讓我聽得 。</p> <p>2. 原本自己讀不通的題型，經過老師的講解，很容易就 ，即使同學一直發問，老師還是很有 心的講解</p> <p>3. 做的講義很好用，加上 的筆記，對段考很有幫助。</p> <p>4. 講解題目很 細，會補充一些資料</p> <p>5. 經常補充其他老師不會 的，一種題目會用很多不一樣的解題方法讓大家都了解。</p> <p>6. 你的專長我很 ， 授時把課程生活化，讓我們很容易理解。</p> <p>7. 每個單元都會從定義開始 ，解釋得很 細，不會只 個公式就算了，也會再次 心講解</p> <p>8. 章節重點的解說 細，學生易於了解，題目解釋也極為 細。</p> <p>9. 表達的內容非常清楚，易使人明白，重點整理不錯，生活中的例子也非常豐富。</p> <p>10. 我能聽得 大部分的課程。</p> <p>11. 老師講解得很清晰，很 。</p> <p>12. 老師真的很專業，人又好。</p> <p>13. 會 實用的教具 我們。</p>
建議	<p>1. 有些聽不太 ，換了一個簡單的說法，卻讓我感到更加複雜。</p>	<p>1. 有時後一直 課本覺得很無 。</p> <p>2. 即使老師講得很 細，很多我還是聽不 。</p> <p>3. 老師解釋 細不過 快， 一點。</p> <p>4. 為了其他學生的步調放 進度使其他人要再聽相同的東西。</p> <p>5. 用板書的時間比實驗還要多。</p> <p>6. 角落的同學會被擋到。</p>
	<p>1. 一張圖畫到最後變得很雜亂，可以分成更多張來說明。</p> <p>2. 多做實驗讓同學接觸、操控 ！</p> <p>3. 多做實驗。</p> <p>4. 講義文字可以少一點，多一點 圖</p> <p>5. 可以再增加說明課本的次數，增加對課本熟悉度。</p>	<p>1. 多做實驗少上課。</p> <p>2. 作一點實驗，不要只是黑板實驗。</p> <p>3. 如時間上無限制，對於較難的題目可以再 一些，易於思考。</p> <p>4. 可以多寫一些筆記，寫可以比 還要容易記下來。</p>

表 4-4-8 營造班級氣氛評分的理由與建議

	對照組	實驗組
理由	優點 <ul style="list-style-type: none"> 1. 教學方式活 上老師的課很 沒 有嚴 、 張的氣氛。 2. 理化課很活 。 3. 同學睡著的時候，其他老師通都用 的叫睡覺的同學，但你可以用其 他的方法不 感情，又好 的方法，拉回同學的注意力。 4. 上課不會無 ，可引起同學注意。 5. 老師的教學方式生動不會很 板。 6. 看到有些人正準備睡覺，老師就藉 由一種 力讓他們全醒來，真強。 7. 超 ，是我再國中第一個營造班級 氣氛最好的一個老師。 8. 有時 好玩的。 9. 該動的時候動，該說話的時候說， 常 引起我們注意，雖然在 ，但都跟所學的有關。 10. 可以適時帶起學生聽課的興趣。 11. 老師上課的吸引力太強了。 12. 老師很 high。 	<ul style="list-style-type: none"> 1. 很有喜感，上課很好玩，讓我很有 興趣。 2. 每天活得很開 ，跟同學很快 成 一片。 3. 常常把班上氣氛 熱，使理化課不 致於想睡覺。 4. 會說出一些有趣的語言，或做出有 趣的動作引起注意，增加上課樂趣 5. 有時候會用很 的方式 我們。 6. 老師很 ，不會無 ，跟我們有 互動。 7. 有時有餘興節目可以讓我們放 。 8. 會和同學互動。 9. 會說點 話來提起精神。 10. 上課氣氛很好，很多人都很專心， 也很快樂。 11. 的風格，使人上課情緒 快。 12. 感覺上課很 沒有什麼壓力。
	缺點 <ul style="list-style-type: none"> 1. 地科比較無 。 2. 有的時候台下同學的反應會過於激 烈。 3. 有時候上課會 起天來， 誤到我 們的進度。 4. 因為會 high 過頭，有時候會太 。 	<ul style="list-style-type: none"> 1. 回答同學有的沒有的問題會影響到 上課。 2. 有的時候會太 了。 3. 雖然老師極力 ，但效果不彰。
建議	<ul style="list-style-type: none"> 1. 將自己的生活應用到課堂，上地 板 學說就不會那麼枯燥乏 。 2. 可以再更活 一點。 3. 當同學反應過於激烈時要控制一下 。 	<ul style="list-style-type: none"> 1. 有的時候同學講有的沒有的問題， 可以不用一直回答。 2. 老師改行帶團 好了。 3. 多說多 ，有益 。 4. 可以再活 一點，讓大家動起來。 5. 少數有興趣但不 的同學，因易於 被其他事物吸引，可以針對 們訂 定一些上課方式。 6. 上課可以 sexy 的 勢，會讓同學 更有興趣。

第五節 綜合討論

一、前測與後測統計結果分析

由本章第一節中的分析結果發現，實驗組學生在後測的平均成績高於控制組，特別在低成就學生方面呈現顯著差異，實驗組學習成就測驗優於控制組，顯示出使用原子科學史電腦輔助教學媒體對學生的學習成效有所助益。

由 Marry & William (2000) 研究結果中得知，電腦輔助教學對低先備知識學生的學習成效有最直接的幫助，推測可能是低先備知識學生較需要有一定的工具以幫助學習。上述觀點和本研究結果觀點相若，研究者發現，雖然實驗組高成就學生後測的平均高於控制組高成就學生，但經由單因子異變數統計分析結果並沒有達到顯著差異。推測高成就學生具有較多且正確的先備知識，也比較具有抽象思考與推理的能力，所以從文字敘述或圖像表現所獲得的概念差異性並不顯著。然而對低成就學生而言，實驗組學生的平均成績不僅高於控制組，且呈現顯著差異，表示經由原子科學史電腦輔助教學有顯著的學習成效。其原因可能是低成就學生具有較少的先備知識，甚至存在較多迷思概念，且其形式運思與類推能力較差，只有文字敘述或口語講解的概念傳遞模式不足以使其建立新的概念或達到概念改變，必須藉由圖像的視覺刺激加以輔助，對低成就學生的學習成效始有明顯助益。

二、學生對原子科學史暨莫耳數的概念分析

從本研究的教學活動與學生後測答題分布不難發現，學生關於此次原子科學史電腦輔助教學媒體涵蓋的課程範圍，仍存有迷思概念，茲整理如下：

1. 部分學生對於原子內電子的分布，停留在拉塞福的行星式原子模型，並認為電子以形道圍繞原子核。

2. 部分學生認為原子內的基本粒子間，有空氣存在。
3. 部分學生認為原子體積是質子、中子、電子體積的和。
4. 部分學生認為原子和細 一樣可以再分裂、複製、生長。
5. 部分學生認為原子是具有物質特性的最小粒子。
6. 部分學生把化合物視為混合物。
7. 部分學生認為狀態的改變會影響分子的體積。
8. 部分學生認為原子量是實際原子的質量。

三、學生對原子科學史電腦多媒體教學的綜合意見

從整個學習感受問卷的結果來看，大致上學生多為認同且肯定原子科學史電腦輔助教學對於學習上的助益，但仍有 43.8 的男同學認為沒有電腦動畫也可以把自然科學得很好，且也有 40.6 的同學不同意電腦動畫有助於莫耳的計算。經 談發現學生對於進行多媒體教學時，不利於 寫筆記，雖然配合老師的口頭講解幾乎能 易的習得多媒體中的資訊，但是如沒有 配老師的筆記，回家進行 習會有困難，故對於課業要求較高的同學，認為多媒體課程影響上課進度，且不如直接在講義上做筆記快。另一方面，部分同學認為不可能僅 電腦動畫就能夠熟悉莫耳的計算，還是得 練習題目，動畫裡只有一個類題太少了，面對不同的問題不一定有辦法直接利用多媒體上的算法。

四、學生對教師教學進行的綜合意見

綜觀整個教學評鑑的結果。不論是實驗組或控制組的同學對於教師的專業能力與營造班級學習氣氛的能力均表高度認同。學生表示教師專業知識充足、自編講義有系統、講解問題有條理、解決問題有 心、與同學能互動、上課氣氛佳、能結合課程與生活等，顯示教師的教學策略深受學生喜愛與 ，進而主動學習。

但在國中常態編班的情況下，學生程度落差極大，反映在教學評鑑之開放性問卷上，部份同學會覺得教師授課速度太快，也會有部分同學認為教師授課為解決同學問題而影響到授課進度。雖適性化的教材能解決問題，然在有限的時間內，現今的國中教師幾乎都得 任導師， 在班級管理以及學生輔導的時間甚多，對於同一份教材製作兩份甚至更多的授課講義對於教師而言實為很大的負 。

從問卷當中，也不難發現，學生對於做實驗的期待是很高的，研究者帶學生進實驗室做實驗的機會約為每學期 3-4 次，部分實驗改良後在教室進行分組活動，仍有部分學生認為還需多做實驗，然而經過 談之後多數學生要求進實驗室的原因主要有二，一方面是在實驗室沒有在教室上課的感覺，另一方面是期待看到火花燃燒等 激性畫面，不然這個實驗就很無 。故適當的 配多媒體教學也能達到同樣的目的，又能有安全上的保障。

微觀粒子對於學生學習一向困難，適當的多媒體教學，能解決此一困境，本次研究中，發現學生對於微觀粒子的運動會更深刻，也比較容易理解到科學發展的進程。

綜上所述，除了多媒體輔助教學對教學活動有所助益外，教師在教學活動中佔有的重要性無可取代，尤其在師生互動、及即時且適當的回答問題更是電腦媒體所望 莫及的。因此，良好的多媒體素材並不能取代 長教學的教師，它使得教師教學更加生動精彩，相輔相成。

第五章 結論與建議

本研究從文獻分析來探討科學史融入教學的發展背景、電腦多媒體輔助教學的成效及相關研究結果，繼之發展原子科學史電腦輔助教學媒體進行實驗研究，從學習成就測驗、學習感受問卷和教學評鑑表中分析資料，呈現研究結果，並根據研究結果提出建議，以作為發展科學史配合電腦多媒體輔助教學融入教學模式及相關研究的參考。

第一節 結論

一、原子科學史電腦輔助教學媒體融入自然與生活科技課程對國中生學習「物質的組成」概念是否有所助益？

從前後測平均分數而言，實驗組的平均分數不僅高於控制組，且進步度較大，顯示出採用原子科學史電腦輔助教學媒體進行教學活動對此概念學習有所助益。

再從後測個答題人數分布來看，實驗組在大部分題目中有較高的答對率，並且在部分題目中（第 04、11、17、22、24 題）存在顯著差異，也顯示出採用原子科學史電腦輔助教學媒體進行教學活動對此概念學習有所助益。

然而，從後測第 14 題也發現，實驗組固態分子不能自由移動上產生了迷思概念，因為動畫上描述了固態分子的振動，故在教學上須嚴謹解釋較佳。

二、原子科學史電腦輔助教學媒體融入自然與生活科技課程是否能提升國中生學習「物質的組成」概念的學習興趣？

從學習感受問卷得知，絕大多數的同學對於採用原子科學史電腦輔助教學媒體進行教學活動持肯定態度，認為配合原子科學史電腦輔助教學媒體進行教學活動比傳統教學活動更能引起學習興趣，並較能理解課程內容；並從問卷的開放性

回答中，顯現同學對於原子科學史電腦輔助教學媒體興趣遠高於傳統教學。

當然，本研究目的並非推 教師板書教學與口語說明，即便是配合原子科學史電腦輔助教學媒體進行教學活動，教師仍必須 配板書教學和口語說明，善用教學媒體能成為教師的利器，進而提高學生學習興趣進而達到較佳的學習效果，而非以教學媒體取代教師授課。

三、原子科學史電腦輔助教學媒體融入自然與生活科技課程是否能提升國中生學習「物質的組成」概念的學習成就？

控制組與實驗組的前測成績平均分數接近，經差異性分析，無論在全體學生、高成就學生或低成就學生皆無顯著差異。而不論是控制組或是實驗組的後測成績皆有進步，並且實驗組的進步 度更優於控制組，經差異性分析，兩組的全體學生以及高成就學生的後測成績並沒有顯著差異，但低成就學生的後測成績則存在顯著差異。

故研究者認為原子科學史電腦輔助教學媒體能促進學生之學習成就並且對低成就學生的影響顯著高於高成就學生。

四、教師教學策略對於學生的學習成效有何影響？

在教師評鑑表中，兩組學生對教師的教學能力與營造班級學習氣氛能力均高度肯定。同時實驗組學生對電腦輔助教學媒體的使用也有高度認同。因此，教師除了充實自我的專業知識，也要不斷地精進教學能力與教學方法，與時 進，善用適當的教學媒體，為教學活動增添色彩。

因此，良善的教學方法，應兼備有計畫的教學策略以及合適的教學媒體，進而引導學生主動學習、主動思考，培養出學生解決問題的能力，進而達到有意義的學習成效。

第二節 檢討與建議

本研究以下從課程與教學、和後續研究二方面，分別提出檢討與建議。

一、對課程與教學之檢討與建議

1. 科學史融入教學雖可以促進學生的學習成就，但科學史教材內容過多、科學史教學時數不足等問題，容易形成教師教學的壓力與學生學習的負擔，因此建議設計精簡科學史教材，使師生易於接受。
2. 教材需與教學結合，目前研究科學史教材設計方式多，科學史融入教學模式研究也不少，故建議設計多元化的科學史融入教學模式，以達到科學史的教學功能。

二、對後續研究之建議

1. 科學史教材提供科學概念發展的歷史情境，目的是使學生概念得以改變，但測驗學生概念改變的情境化評量卻普遍缺乏，因此，建議後續研究可朝此一方向進行。
2. 科學史融入教學透過歷史情境提供學生見習科學家解決問題的方法，而電腦輔助教學媒體實現了部份難以在國中實驗室進行的歷史實驗，研究者在本次教學媒體中所演示的實驗，僅是初步嘗試，且初試效果不佳，以一人之力未能竟全，建議教育決策單位如能系統開發、整合，將是教師與學習者之福。
3. 我國目前自然與生活科技課程未曾全面使用科學史教學，科學史融入教學研究大都侷限少數樣本，及短時間教學（一學期或數個月），擴大樣本與長時間實施科學史融入教學，成效如何？值得後續研究。

參考文獻

一、中文部份

- 丁美枝 (2001): 不同教學媒體對國中學生學習「原子結構」之成效。國立台灣師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 尹基勉 (1999): 「原子結構」概念之建構式教學研究。國立台灣師範大學化學研究所碩士論文。
- 王靜如 (2008): 國小教師科學教學基準系列報導 (六) 教學與學習。東教大科學教育, 27, 35-49。
- 北大哲學系編譯 (1982): 古希臘羅馬哲學。上 : 務印書。北大哲學系譯, p. 97-99
- 吳昌家 (2001): 電腦動畫輔助教學對國中學生粒子概念學習成效之研究。國立台灣師範大學碩士論文。
- 巫俊明 (1997)。歷史導向物理課程對學生科學本質的瞭解、科學態度、及物理學科成績之影響。物理教育, 1 (2), 64-84。
- 李文瑞等譯 (2002): Robert Heinich 等原著。教學媒體與學習科技。台北: 雙葉書。
- 李偉新 (2002): 中學化學多媒體輔助教材之製作。國立台灣師範大學化學所在職進修碩士班碩士論文。
- 亞里士多德 (2001): 亞里士多德: 理學 (力田、徐開來譯)。北縣: 知書。(原著出版年: 384-322B.C 間)
- 林格朱 (2004): 融入科學史教學對國一學生生物學習成效影響之研究--以「細與個體」單元為例。國立高雄師範大學生物科學研究所碩士論文。
- 林陳湧 (1996): 「瞭解科學本質量表」之發展與效化。科學教育學刊, 4(1), 31-58。
- 林煥祥 (2000a): 科學史融入理化的多元化教學。小班教學通訊國中篇, 17。
- 林煥祥 (2000b): 融入科學史的多元化教學。菁刊, 45。
- 林樹榮 (2003): 利用兩段式診斷測驗探討國中學生有關元素、化合物之概念。國立台灣師範大學化學系在職進修碩士論文。
- 侯志洋、許良榮 (2001): 國小自然科教師對科學史教學的態度之初探研究。科學教育月刊, 242。
- 施怡君 (2000): 「原子結構與 期表」超文系統之開發與學習成效研究。國立台灣師範大學化學研究所碩士論文。
- 洪振方 (1997): 科學史融入科學教學之探討。高雄師大學報, 8, 233-246。
- 洪振方 (1998): 科學教學的另類選擇: 融入科學史的教學。師科學教育, 7, 2-10。

- 徐光台 (1997): Kuhn 結構中所談的科學教育—兼論 Siegel 與 Brush 的爭議。科學史哲與科學教育學術研討會暨研習會, p186-204。
- 張秀激 (2002): 電腦動畫融入教學對國中生電化學學習成就影響之研究。國立臺灣師範大學化學所碩士論文。
- 張 亭 (1993): 教學方法與視聽媒體運用。台灣教育, 512, 1-4。
- 張榮耀 (2000): 以科學史與本體論的觀點探討概念改變之機制。國立臺灣師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 教育部 (1998): 國民教育階段九年一貫課程總綱綱要。台北: 教育部。
- 教育部 (2003): 國民中小學九年一貫課程綱要。台北: 教育部 42
- 許良榮 (1998): 科學史課文對於科學理論之閱讀學習的效果。中師數理學報, 2 (1), 111-141。
- 許良榮、李田英 (1995): 科學史在科學教學的角色與功能。科學教育月刊, 179, 15-27。
- 許嘉仲 (2002): 影響國中生理化科學學習因素之個案研究。彰化師範大學物理研究所碩士論文, 未出版。
- 郭重吉 (1992a): 從科學哲學觀點的改變探討科學教育的過去與未來。彰化師大學報, 3, 532-555。
- 陳文靜 (2000): 原子與電子發展史融入教學對高一學生科學本質觀改變之研究。國立高雄師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 陳勇志、洪木利和林財 (1998): 現行國中理化教科書的科學史內容之分析。科學與教育學報, 2, 181-204。
- 傅麗玉 (1996): 科學史與台灣中等科學教育之整合—問題與建議。國立台灣師範大學中等教育輔導委員會主編: 化學教育面面觀。台北: 國立台灣師範大學中等教育輔導委員會。165-193。
- 傅麗玉 (1999a): 科學家的「不當行為」故事在中等科學教育的價值與意義。科學教育學刊, 7 (3), 281-298。
- 黃建中 (2000): 資訊科技應用於中小學教材之研製—自然科學物理教育篇。國立中正大學物理研究所碩士論文
- 黃財堂 (1999): 中學生電化學常見的迷思概念及其解決之道。科學教育通訊, 19, 21-23。
- 劉君燦主編: 第五屆科學史研討會論文集。台北: 中 研究 國際科學史委員會。181-233。
- 劉廣定 (1997): 科學史與科學教學。科學教育月刊, 203, 16-20。
- 鄭子善 (2000): 科學故事課程設計之行動研究—以燃燒現象發展史為例。國立花蓮師範學 科學教育研究所碩士論文 (未出版)。

賴淑婷 (2007): 科學史融入教學對學生科學學習成效影響之統合分析。中原大學教育研究所碩士學位論文, 26-29。

史納 (2003): 60 分鐘抓住學習的兔子—10 倍速遊戲學習法 (車雲譯)。台北: 如何出版社有限公司。(原著出版年: 2000 年)

羅綸新 (2002): 多媒體與網路基礎教學理論、實務與研究。台北: 博碩文化股份有限公司。

嚴心妤 (2004): 高中化學多媒體動畫教材之製作。國立臺灣師範大學化學系在職進修碩士論文。

蘭宜申譯 (1998): Leonard De Vries 原著。原子科學史。台北: 文印書。

二、西文部份

Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., & Renner, J. W. (1992). Understandings and misunderstanding of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (2), p105-120.

Aikenhead, G. S. (1994). What is STS teaching. In J. Soloman & G. Aaikenhead (Eds.), *STS Education: International Perspectives on Reform*. New York: Teachers College Press.

Brush, S. (1989). History of science and science education. In M. Shortland & A. Warwick (eds.), *Teaching the history of science* (p54-66). Basil Blackwell: The British Society for the History of Science.

Carey, S., & Smith, C. (1993). On understanding the nature of scientific knowledge. *Educational Psychologist*, 28 (3), 235-251.

Conant, J. B. (1951). *Science and Common sense*, Yale University Press.

Garrison, J. W., & Lawwill, R. S. (1993). Democratic science teaching: A role for the history of science. *Interchange*, 24 (1), p29-39.

Georgios, T. (1997). Atomic and molecular structure in chemical education: A critical analysis from various perspectives of science education. *Journal of Chemical Education*, 74 (8), p922-925.

Gerald, H. (1981). Foreword to the symposium "History of Atom". *American Journal physics*, 49 (3), 205-231.

Hodson, D. (1990). Making the implicit explicit: A curriculum planning model for enhancing children's understanding of science. In D. E. Herget (ed.), *The History and Philosophy of Science in Science Teaching*. Proceedings of the first international conference, 292-310. Tallahassee: Florida State University.

- Irwin, A. R. (2000). Historical case studies: teaching the nature of science in context. *Science Education*, 84 (1) , 5-26.
- Klopfer, L. E., & Waston, F. G. (1957) . Historical materials and high school science teaching, *The Science Teacher*, October, 264-265, 292-293.
- Lin, H. (1998). The effectiveness of teaching chemistry through the history of science, *Chemical Education Research*, 75 (10) , 1324-1330.
- Lin, H., & Chen, C. (2002) . *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (9) , 773-792.
- Lin, H., Hung, J., & Hung, S. (2002) . Using the history of science to promote students' problem-solving ability. *International Journal of Science Education*, 24 (5) , 453-464.
- Mansoor, N. (1998) . From Cathode Rays to Alpha Particles to quantum of Action: A Rational Reconstruction of Structure of the Atom and Its Implications for Chemistry Textbooks.
- Matthews, M. R. (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. New ork: Routledge.
- McDonald , D. (1989) . Teaching science for understanding : Implications of spontaneous concept and the history of science . ERIC: ED314251.
- Monk, M., & Osborne, J. (1997) . Placing the history and philosophy of science on the curriculum: A model for the development of pedagogy, *Science Education*, 81 (4) , 405-424.
- Niaz, M., Aguilera, D., Maza, A., & Liendo, G. (2002) . Arguments, contradictions, resistances, and conceptual change in students' understanding of atomic structure. *Science Education*, 86 (4) , 505-525.
- Nussbaum, J. (1998) . History and Philosophy of Science and the preparation for Constructivist Teaching: The case of ParticleTheory. In Mintzes, Wandersee & Novak, (Eds.) , *Teaching Science for Understanding: A Human Constructivist View*. N : Academic Press. p183
- Sotirios A., Sakkopoulos & Evagelos G., Vitoratos. (1996) . Empirical Foundation of atomism in Ancient Greek Philosophy. *Science and Education*. 5, 293-303.
- Wandersee , J. H. (1986) . Can the History of Science Help Science Educators Anticipate Student' Misconceptions *Journal of Research in Science Teaching* , 23 (7) , p581-597.

附錄

附錄一 原子科學史紙筆測驗

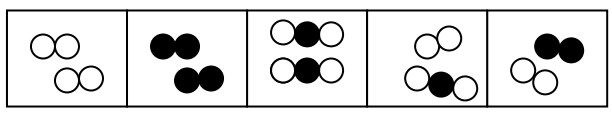
班級： 名： 號：

01. 關於科學發展，下列敘述何者正確？
- A 道耳吞率先提出了原子的概念。
 - B 亞里斯多德所提出的四元素論符合現今科學觀點。
 - C 道耳吞提出的原子說至今仍然正確。
 - D 原子模型會有可能會因新科學的發現而改變。
02. 下列為有關原子形狀的敘述，你認為哪一個是正確的？
- A 原子與實心球體相似，裏面填滿物質，是硬的。
 - B 原子與平面的 形相似，像太陽系。
 - C 原子與球體形狀相似，裏面有空隙存在。
 - D 原子是在物質中的一些點或 。
03. 下列為有關原子的結構組成，你認為哪一個較合理？
- A 原子是由更小的基本粒子組成，粒子間有空氣存在。
 - B 原子是由更小的基本粒子組成，且粒子填滿整個原子。
 - C 原子是由更小的基本粒子組成，粒子之間有空隙。
 - D 原子是由更小的基本粒子組成，且有電量填滿空間。
04. 下列為有關原子模型的敘述，哪一個比較合理？
- A 原子是由原子核與電子所構成，電子受原子核吸引以 形 道繞著原子核運轉。
 - B 原子是由質子與電子所構成，電子和質子均勻分布在原子內。
 - C 原子是由原子核與電子所構成，電子受原子核吸引繞著原子核運轉，但並沒有固定的 道。
 - D 原子是由質子與電子所構成，電子受質子吸引以 形 道繞著質子運轉。
05. 在你學完原子模型後，你認為下列哪一個較合理？
- A 原子核的體積很小，電子運動的範圍就是整個原子的大小。
 - B 原子核的體積很大，電子的體積很小，因此原子核可以決定原子的大小。
 - C 原子核中的質子，中子和核外電子三者的總體積就是原子的大小。
 - D 原子核中質子的體積比核外電子的體積大，所以原子的體積等於質子加中子的體積。

06. 原子是組成物質的最小單位，在生物中細胞是組成生命體的最小單位，根據道耳吞的看法，下列哪一個敘述你覺得較合理？
- A 原子和細胞一樣可以再分裂、複製、生長；但是原子比細胞小。
 - B 原子和細胞一樣可以再分裂、複製、生長；而且原子和細胞一樣大。
 - C 原子不會像細胞一樣再分裂、複製、生長；而且原子比細胞小。
 - D 原子不會像細胞一樣再分裂、複製、生長；但是原子和細胞一樣大。
07. 原子的質量，主要由哪兩種粒子決定？
- A 質子、中子
 - B 質子、電子
 - C 電子、中子
 - D 分子、中子。
08. 下列有關物質帶電的描述，何者正確？
- A 物質會帶正電是因為得到了部分的質子，抵消電子所以原子核中只剩下帶正電的質子。
 - B 物質會帶正電是因為得到了部分的質子，所以原子中帶正電的質子比帶負電的電子多。
 - C 物質會帶正電是因為失去了電子，所以原子中只剩下帶正電的質子。
 - D 物質會帶正電是因為失去了部分電子，所以原子中帶正電的質子比帶負電的電子多。
09. 關於道耳吞原子說的敘述，何者錯誤？
- A 原子主要由電子、質子和中子三種基本粒子所構成。
 - B 同一元素的原子的性質相同。
 - C 不同元素的原子能以簡單整數比例結合成化合物。
 - D 化學反應後，原子會重新排列。
10. 空氣可以被壓縮是因為
- A 氣體分子間有空隙
 - B 氣體分子有彈性
 - C 氣體分子彼此可以結合
 - D 氣體分子體積變小。
11. 具有物質特性的最小粒子是
- A 原子
 - B 分子
 - C 元素
 - D 化合物。
12. 在 1985 年，科學家製造出一種新分子，是由六十個碳原子組成，形狀如足球，該分子屬於
- A 原子
 - B 元素
 - C 化合物
 - D 混合物。
13. 關於原子和分子的敘述，何者正確？
- A 氣體大多以單獨的原子存在於自然界
 - B 分子是由二個或數個相同原子組成的
 - C 原子具有分子的特性
 - D 分子具有物質的特性

14. 以粒子觀點來說明物質的三態，下列敘述何者錯誤？
- A 狀態雖然不同，但組成分子相同
 - B 態變為氣態，則該分子體積會變大
 - C 態變為氣態，分子脫離分子群體而 ，均勻散 在空中
 - D 固態分子堆積較為 密，分子不能自由移動，所以有一定的形狀。
15. 粒子觀點來說明物理變化和化學變化，下列敘述何者錯誤？
- A 物理變化的過程中，分子並未改變，也沒有新的分子產生
 - B 化成水，分子間的距離改變了，但是水分子本身並未被破壞
 - C 化學變化的過程中原有的分子發生改變，產生新的分子
 - D 物行光合作用生成 與氧的過程中，原子重新排列，分子並未改變

16. 如圖，請你判斷哪些圖示為純物質？



丁 ○ ● 代表不同原子

- A 、 B 、 C 、丁 、 D 丁
17. 假設科學家發展出一個足夠小的物理切割工具將水進行切割，則切割到最終得到的最小粒子是？
- A 分子 B 原子 C 元素 D 混合物。
18. 下列有關原子量的敘述，何者正確？
- A 原子量表示 1 個原子的實際質量。
 - B 氧的原子量為 16，表示 1 個氧原子質量為 16 克。
 - C 原子量的單位為克。
 - D 原子量是各原子間相互比較質量的比較值而已，並無單位。
19. 若科學家決議將原子量的標準改變，下列何者將不受到影響？
- A 各原子的實際質量。
 - B 各原子的原子量。
 - C 各分子的分子量。
 - D 物質的莫耳數。
20. 原子的原子量為 24.3，則下列敘述何者正確？
- A 1 個 原子的質量為 24.3 克。
 - B 1 克 原子的個數為 24.3 個。
 - C 1 個 原子的質量是 4.05×10^{-23} 克。
 - D 1 克 原子的個數為 6×10^{23} 個。

21. 下列物質各 1 公克，何者所含的分子數目最多？
原子量 H 1, C 12, O 16, He 2
A He B H₂O C CH₄ D O₂。
22. 關於 1 莫耳的碳原子和 1 莫耳的水分子，下列敘述何者正確？
A 它們的質量比為 1:1
B 它們的體積比為 1:1
C 它們的個數比為 1:1
D 它們的原子個數比為 1:1
23. 有關 CO₂ 的化學式，下列敘述何者錯誤？ 原子量 C 12, O 16
A 表示 1 莫耳二氧化碳的質量有 44 公克。
B 表示二氧化碳分子是由 3 種原子所組成。
C 代表一個二氧化碳分子是由 3 個原子所組成。
D 表示二氧化碳是一種化合物。
24. 在 90 克的 _____ 分子中，共含有多少個氧原子？
原子量 H 1, C 12, O 16, He 2
A 0.5 個 B 2 個 C 3 × 10²³ 個 D 18 × 10²³ 個。
25. A 元素的原子對 B 元素原子的質量比為 3:2，而 B 元素原子對碳原子之質量比為 4:3，則 A 元素的原子量為？ 原子量 C 12
A 2 B 24 C 6 D 0.5。

附錄二 學生前後測成績

號	控制組前測成績	控制組後測成績	實驗組前測成績	實驗組後測成績
1	61.75	68.00	62.75	84.00
2	51.75	52.00	49.75	56.00
3	77.00	64.00	41.75	56.00
4	82.00	76.00	50.25	68.00
5	85.50	92.00		
6	31.25	32.00	98.00	100.00
7	47.50	44.00	32.00	56.00
8	90.50	80.00	48.75	56.00
9	59.50	52.00	56.75	72.00
10	35.25	28.00	94.25	100.00
11	64.75	60.00	96.50	96.00
12	46.50	40.00	94.75	100.00
13	33.75	40.00	72.25	84.00
14				
15	30.50	36.00	68.25	80.00
16	90.25	96.00	26.50	40.00
17	38.75	40.00	52.25	80.00
18	98.75	100.00	47.00	68.00
19	33.25	44.00	66.25	84.00
20	35.25	32.00		
21	31.00	48.00	43.00	60.00
22	53.50	68.00	69.75	76.00
23	76.75	84.00	75.00	76.00
24	77.50	84.00	29.25	56.00
25	58.00	68.00	89.00	88.00
26	77.25	80.00	67.00	68.00
27	74.50	76.00	38.50	52.00
28	70.50	68.00	57.75	52.00
29	38.50	48.00	60.00	56.00
30	77.25	80.00	91.50	100.00
31	66.75	76.00	51.75	68.00
32	56.75	48.00	45.50	56.00
33	58.50	56.00	86.25	88.00
34	65.75	72.00	93.25	96.00
35	79.00	88.00	42.50	64.00
36	74.00	84.00	49.50	44.00
37	49.50	68.00	34.00	44.00
38			11.00	48.00
平均	60.5208	63.1111	59.7857	70.6286

附錄三 學習感受問卷

各位同學：

您好！首先感謝你參與原子科學史的多媒體教學活動，使得本研究能夠順利進行。在活動結束之前，需要同學填寫這份問卷，以了解同學在本次多媒體教學活動的心得，以作為日後教材及教學設計的改進與發展。

你的意見相當寶貴與重要，所以請務必確實依據自己的感受，回答問卷上的每一個問題。答案並無對錯，調查結果僅供研究分析的依據，與個人成績無關，對於個人資料亦絕對保密，請放心填寫。

再次感謝你的配合與協助！

國立台灣師範大學 化學研究所

個人基本資料

班級： 號： 名： 性別：男 女

填寫日期： 年 月 日

下列每一項敘述為有關各位同學在接受多媒體教學後的感受，請依據你的感受，在 方表格內以 回答。

	極 同 意	同 意	不 同 意	極 不 同 意
01.我覺得如果對自然與生活科技有興趣，則對學習效果有幫助。				
02.本次教學和平常上課並沒有什麼差別。				
03.電腦動畫內容和課本內容並沒有什麼差別。				
04.我覺得配合電腦動畫比只聽老師口頭和板書講解更容易理解。				
05.電腦動畫可以幫助我了解教師所要講解的概念。				
06.電腦動畫使得自然與生活科技科變得有趣。				
07.電腦動畫吸引人注意。				
08.電腦動畫使原子的相關概念具體化，較容易理解。				

09.沒有電腦動畫我也可以學得很好。				
10.多媒體教學的上課方式較傳統教學更能引起我的學習興趣。				
11.多媒體教學的上課方式，使我較容易理解學習內容。				
12.互動式的教學媒體，使我可以 易調整自己的學習進度。				
13.互動式的教學媒體，使我回家複習變得容易。				
14.電腦動畫使我了解原子模型的發展。				
15.電腦動畫使我了解原子、分子的差異。				
16.電腦動畫使我對莫耳的由來更清楚。				
17.電腦動畫有助於我進行莫耳數的計算。				
18.多媒體的教學只是 頭，對於成績 無幫助。				

關於本次的多媒體教學活動，你還有哪些感受和建議？

19.優點：

20.缺點：

附錄四 教師教學評鑑表

各位同學：

您好！首先感謝你的參與。本問卷的目的在於瞭解你個人對於自然與生活科技教師上課情形及其教學的看法；請依照你心中對於自然與生活科技教師教學的真實感受，細回答下列各項問題。本調查結果僅供研究分析的依據，與成績無關，對於個人資料亦絕對保密，請放心填寫。

再次感謝你的配合與協助！

國立台灣師範大學 化學研究所

班級： 號： 名： 性別：男 女
 教師： 填寫日期： 年 月 日

第一部份：

請將您對各項敘述的看法，請以 方式 選於 表格。

	極同意	同意	無意見	不同意	極不同意
01.自然與生活科技科對我而言是枯燥乏 的科目。					
02.教師會說明每個單元的學習大綱及內容重點。					
03.教師能舉出生活化的實例，以提升學習興趣。					
04.教師能整合現行學習單元與過去學習單元的相關部分。					
05.教師除了講述學科知識，也會穿 敘述科學史。					
06.教師能正確的講述並解釋課本內容。					
07.教師能引導同學進行思考以建立科學概念。					
08.教師能與同學互動，增加教學活動的參與感。					
09.教師能從同學的反應發現同學對課程的誤解和不解之處。					
10.教師能 心的使用不同的講述方式或例子，以 清誤解或 。					
11.教師的上課方式常以板書教學，很少使用其他教具。					
12.教師會利用不同的評量方式，了解同學的學習狀況。					
13.教師僅以黑板講述實驗內容，很少進行實驗活動。					

14.教師會鼓勵同學多發問或練習，而不只是聽和讀。					
15.教師授課速度控制適中。					
16.教師上課方式活 ，不會 板。					
17.教師的板書清楚、有條理、易理解且易於 寫筆記。					
18.教師授課時的音量及速度適中。					
19.教師能使用技 引起同學注意，使同學投入教學活動。					
20.教師對課程進度 的很 當。					

第二部份：

請各位同學就自然與生活科技教師之(01)教學活動、(02)營造班級學習氣氛等兩項能力進行評分，並寫下理由及改進的建議。

01. 教學活動（包含學科專業知識、表達能力及教學方式等……）。

評分： 分 分 分 分 分（請 ✓）

理由：_____

建議：_____

02. 營造班級學習氣氛

評分： 分 分 分 分 分（請 ✓）

理由：_____

建議：_____
