

國立台東大學教育學系(所)
教學科技碩士論文

指導教授：廖本裕 先生

運用「多元表徵交互應用策略」對國小
對流概念教學成效之研究

研 究 生：邱廷榮 撰

中華民國九十七年八月

NTTU Library



國立台東大學

學位論文考試委員審定書

系所別：教育學系（所）教學科技碩士在職專班

本班 邱廷榮 君

所提之論文運用「多元表徵交互應用策略」對國小對流概念教學成效之研究

業經本委員會通過合於 ☒ 碩士學位論文 條件
☐ 博士學位論文

論文學位考試委員會：

李鴻亮

（學位考試委員會主席）

王長

王

王

廖本裕

（指導教授）

論文學位考試日期：97年8月1日

國立台東大學

附註：1. 本表一式二份經學位考試委員會簽後，送交系所辦公室及註冊組或進修部存查。

2. 本表為日夜學制通用，請依個人學制分送教務處或進修部辦理。

博碩士論文授權書

本授權書所授權之論文為本人在 國立臺東大學 教育學 系(所)
教學科技 組 九十七 學年度第 一 學期取得 碩 士學位之論文。
論文名稱：運用「多元表徵交互應用策略」對國小對流概念教學成效之研究

本人具有著作財產權之論文全文資料，授權予下列單位：

同意	不同意	單 位
☒	☐	國家圖書館
☒	☐	本人畢業學校圖書館
☒	☐	與本人畢業學校圖書館簽訂合作協議之資料庫業者

得不限地域、時間與次數以微縮、光碟或其他各種數位化方式重製後散布發行或上載網站，藉由網路傳輸，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印。

☒同意 ☐不同意 本人畢業學校圖書館基於學術傳播之目的，在上述範圍內得再授權第三人進行資料重製。

本論文為本人向經濟部智慧財產局申請專利(未申請者本條款請不予理會)的附件之一，申請文號為：_____，請將全文資料延後半年再公開。

公開時程

立即公開	一年後公開	二年後公開	三年後公開
☒	☐	☐	☐

上述授權內容均無須訂立讓與及授權契約書。依本授權之發行權為非專屬性發行權利。依本授權所為之收錄、重製、發行及學術研發利用均為無償。上述同意與不同意之欄位若未勾選，本人同意視同授權。

指導教授姓名：廖本祐 (親筆簽名)
研究生簽名：邱廷榮 (親筆正楷)
學 號：4095018 (務必填寫)

日 期：中華民國 九十七 年 八 月 五 日

1.本授權書(得自 <http://www.lib.nttu.edu.tw/theses/> 下載)請以黑筆撰寫並影印裝訂於書名頁之次頁。

2.依據 91 學年度第一學期一次教務會議決議:研究生畢業論文「至少需授權學校圖書館數位化，並至遲於三年後上載網路供各界使用及校內瀏覽。」

授權書版本:2008/05/29

誌 謝

本論文得以完成，首先要感謝指導教授 廖本裕教授耐心的指導與監督，並開啟我人生的另一扇窗。其次感謝 李鴻亮教授從實習以來，長年的譚譚教誨及 張如慧教授細心的審閱及斧正。也因三位師長提供許多寶貴的意見，讓本論文可趨於完善，由衷致上謝意。

感謝同門的偉修及家輝論文完成這段期間，給我鼓勵與支持，此段情誼永生難忘。在求學期間，系上老師諄諄教誨，亦讓我獲益良多，銘感五內。

最後，僅以本論文獻給我最親愛的老婆大人 慧慧。除了感謝這段時間，辛苦的生下了柏賢。更因為有你，使我的生命更加完整。

邱廷榮 謹誌
中華民國九十七年八月





運用「多元表徵交互應用策略」對 國小對流概念教學成效之研究

作者：邱廷榮

國立台東大學 教育學系教學科技碩士班

摘 要

本研究旨在探究應用「多元表徵交互應用策略」、單用「多媒體展示學習表徵」及「傳統教學方式」進行對流概念教學後，學習者在學習成效上是否有顯著差異。本研究採準實驗設計法，分成實驗甲組(多元表徵交互應用策略)及實驗乙組(單用多媒體展示學習物件)、控制組(一般教學)。樣本採自屏東縣某國小五年級三個班級共 95 人，以班級為分組單位，隨機編入各組。研究資料進行共變數分析(ANCOVA)。研究發現如下：一、後測分析：(一)實驗甲組學習成效高於其餘兩組。實驗乙組及控制組在學習成效並無差異；(二)實驗甲組在概念理解及生活經驗分項的學習成效高於其餘兩組。實驗乙組及控制組在不同學習內涵的學習成效無差異；(三)實驗甲組在低分組的教學成效高於其餘兩組。實驗乙組及控制組在不同學習能力者的學習成效無差異。二、延宕測分析：(一)實驗甲組的學後保留成效高於其餘兩組。實驗乙組及控制組在學後保留成效並無差異；(二)實驗甲組在概念理解分項的學後保留成效高於其餘兩組。實驗乙組及控制組在不同學習內涵的學後保留成效並無差異；(三)實驗甲組在低分組的學後保留成效高於其餘兩組。實驗乙組及控制組對不同學習能力者的學後保留成效無差異。

此外，本研究所設計之「對流概念多媒體展示教學表徵」，利用網路分享提供給其他的教學者，作為對流概念教學時的參考及應用。

關鍵字：多元表徵交互應用策略、對流概念、資訊科技融入教學



The Effects of Applying “Reciprocal Multi-representation Instructional Strategy” In Teaching the Concepts of Convection

Ting-jung Chiu

Abstract

The purpose of this study was to investigate the differences of effects among applying “reciprocal multi-representation instructional strategy”, “multimedia learning object display method” and “traditional instructional method” in teaching the concepts of convection for elementary students. The study used a quasi-experimental design. The samples were 95 students selected from three 5th grade classes of an elementary school in Ping-Tung county. The samples from three classes were randomly assigned into three groups as “experimental group I” (reciprocal multi-representation instructional strategy), “experimental group II” (multimedia learning object display) and “control group” (common instructional method). Research data were analyzed with “ANCOVA”. The study results were found as following: 1. post-test : (1) “experimental group I” attained higher instructional effects than the other groups . There was no significant difference between “experimental group II” and “control group” ; (2) In “concept comprehension and life experience” items, “experimental group I” attained higher instructional effects than the other groups. There was no significant difference between “experimental group II” and “control group” in different learning content ; (3) In low learning ability groups, “experimental group I” attained higher instructional effects than the other groups. There was no significant difference between “experimental group II” and “control group” in different leaning ability; 2. delayed test: (1) “experimental group I” attained higher learning retention than the other groups. There was no significant difference between “experimental group II” and “control group” ; (2) In “concept comprehension” items , “experimental group I” attained higher learning retention than the other groups. There was no significant difference between “experimental group II” and “control group” in different learning content ; (3) In low learning ability groups, “experimental group I” attained higher learning retention than the other groups. There was no significant difference between “experimental group II” and “control group” in different leaning ability.

Key words : reciprocal multi-representation instructional strategy ;
the conception of convection ; Information technology
integrated instruction



目次

第一章 緒論.....	1
第一節 研究背景與動機.....	1
第二節 研究目的.....	4
第三節 研究問題.....	5
第四節 名詞解釋.....	6
第五節 研究意義.....	8
第六節 研究範圍與限制.....	8
第二章 文獻探討.....	11
第一節 學習理論.....	11
第二節 教學傳播相關理論.....	34
第三節 系統化教學相關理論.....	41
第四節 多元表徵交互應用策略之理論架構與模式.....	53
第五節 資訊科技融入教學.....	60
第六節 自然與生活科技教材教法.....	69
第七節 相關研究.....	74
第三章 研究方法.....	77
第一節 研究架構及研究假設.....	77
第二節 研究流程.....	83
第三節 實驗設計.....	86
第四節 研究樣本.....	90
第五節 教材設計.....	91
第六節 研究工具.....	99
第七節 資料分析.....	103

第四章 資料分析.....	105
第一節 「對流概念學習成就評量卷」後測得分之分析.....	105
第二節 「對流概念學習成就評量卷」延宕測驗分析.....	124
第三節 「對流課程學習回饋單」分析.....	141
第四節 研究假設實徵.....	155
第五章 討論、建議與結論.....	171
第一節 討論.....	172
第二節 建議.....	178
第三節 結論.....	181
參考文獻	
中文參考文獻.....	183
西文參考文獻.....	188
附錄	
附錄一 自然與生活科技領域教案(甲).....	191
附錄二 自然與生活科技領域教案(乙).....	195
附錄三 自然與生活科技領域教案(控制組).....	199
附錄四 對流概念教學表徵檢核表.....	202
附錄五 「對流概念」媒體展示教學表徵.....	204
附錄六 對流概念學習成就評量卷(正式).....	210
附錄七 對流概念學習成就評量卷(預試).....	212
附錄八 對流課程學習回饋單(正式).....	214
附錄九 對流課程學習回饋單(預試).....	216

表次

表2-1	教學表徵形成觀點之異同表.....	21
表2-2	內在學習歷程與相對應之外在教學事件.....	33
表2-3	資訊科技融入教學的參考模式摘要表.....	49
表2-4	資訊融入教學表徵檢核表.....	66
表3-1	本研究之不相等控制組設計.....	86
表3-2	樣本分析表.....	90
表3-3	對流單元課程目標.....	93
表3-4	對流概念測驗卷雙向細目表(預測).....	99
表3-5	「對流概念學習成就評量卷」難易度鑑別度分析分量表...100	
表3-6	「對流概念學習成就評量卷」難易度鑑別度分析摘要表...100	
表3-7	對流課程學習態度問卷Cronbach's α 信度係數摘要表.....	102
表4-1	先備知識與「對流概念學習成就評量卷」得分之平均數與 標準差	106
表4-2	後測得分之「組內迴歸係數同質性」考驗摘要表.....	107
表4-3	剔除共變數的後測得分平均數.....	108
表4-4	後測得分之共變數分析表.....	108
表4-5	後測得分以LSD法成對比較之分析表.....	109
表4-6	概念理解分項後測得分之「組內迴歸係數同質性」考驗摘要表	110
表4-7	概念理解分項之後測得分之描述性統計量.....	111
表4-8	概念理解分項後測得分之共變數分析表.....	112
表4-9	概念理解分項後測得分以LSD法成對比較之分析表.....	112

表4-10 實驗操作分項後測得分「組內迴歸係數同質性」考驗摘要表	113
表4-11 實驗操作分項後測得分之描述性統計量	113
表4-12 實驗操作分項後測得分之共變數分析表	115
表4-13 生活經驗分項後測得分「組內迴歸係數同質性」考驗摘要表	115
表4-14 生活經驗分項後測得分之描述性統計量	116
表4-15 生活經驗分項後測得分之共變數分析表	117
表4-16 生活經驗分項後測得分以LSD法成對比較之分析表	117
表4-17 高分組學生在後測得分「組內迴歸係數同質性」考驗摘要表	119
表4-18 高分組之後測得分之描述性統計量	119
表4-19 高分組後測得分之共變數分析表	120
表4-20 低分組學生在後測得分「組內迴歸係數同質性」考驗摘要表	121
表4-21 低分組之後測得分之描述性統計量	122
表4-22 低分組後測得分之共變數分析表	123
表4-23 低分組後測得分以LSD法成對比較之分析表	123
表4-24 延宕測得分「組內迴歸係數同質性」考驗摘要表	124
表4-25 「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分之描述性統計量	125
表4-26 延宕測得分之共變數分析表	126
表4-27 延宕測得分以LSD法成對比較之分析表	126
表4-28 概念理解分項延宕測得分「組內迴歸係數同質性」考驗摘要表	128

表4-29 概念理解分項之延宕測得分之描述性統計量.....	128
表4-30 概念理解分項延宕測得分之共變數分析表.....	129
表4-31 概念理解分項延宕測得分以LSD法成對比較之分析表.....	130
表4-32 實驗操作分項延宕測得分「組內迴歸係數同質性」考驗摘要表.....	131
表4-33 實驗操作分項之延宕測得分之描述性統計量.....	131
表4-34 實驗操作分項延宕測得分之共變數分析表.....	132
表4-35 生活經驗分項延宕測得分「組內迴歸係數同質性」考驗摘要表.....	133
表4-36 生活經驗分項之延宕測得分之描述性統計量.....	134
表4-37 生活經驗分項延宕測得分之共變數分析表.....	135
表4-38 高分組學生在延宕測得分「組內迴歸係數同質性」考驗摘要表.....	136
表4-39 高分組之延宕測得分之描述性統計量.....	136
表4-40 高分組延宕測得分之共變數分析表.....	137
表4-41 低分組學生在延宕測得分「組內迴歸係數同質性」考驗摘要表.....	138
表4-42 低分組之延宕測得分之描述性統計量.....	139
表4-43 低分組延宕測得分之共變數分析表.....	140
表4-44 低分組延宕測得分以LSD法成對比較之分析表.....	140
表4-45 學習情形分量描述性統計表.....	142
表4-46 「學習情形」單因子變異數分析表.....	144
表4-47 第二題以LSD法成對比較之分析表.....	146
表4-48 上課情形分量表之描述性統計表.....	147

表4-49 「上課情形」單因子變異數分析表.....	149
表4-50 第二十一題以LSD法成對比較之分析表.....	150
表4-51 媒體應用分量表之描述性統計表.....	152
表4-52 「媒體應用」單因子變異數分析表.....	154
表4-53 本研究假設 H_0 接受與否一覽表.....	167



圖次

圖2-1	教學表徵形成過程圖.....	20
圖2-2	教學表徵形成與精緻化過程圖.....	22
圖2-3	有意義的學習概念圖.....	28
圖2-4	訊息處理理論的學習與記憶模式圖.....	29
圖2-5	戴爾的「經驗的金字塔」.....	35
圖2-6	Shannon-Weaver 的數學傳播模式圖.....	37
圖2-7	Schramm傳播模式圖.....	38
圖2-8	教學傳播模式圖.....	39
圖2-9	教學傳播模式的有意義學習概念圖.....	40
圖2-10	寫e-mail的學習階層圖.....	43
圖2-11	Dick與Carey的系統化教學設計模式圖.....	47
圖2-12	教學設計元素互動概念圖.....	51
圖2-13	交互表徵教學策略概念圖.....	53
圖2-14	教學表徵屬性圖.....	55
圖2-15	多元表徵交互應用策略概念圖.....	56
圖2-16	「多元表徵交互應用策略」模式與ADDIE模式之相關圖...	59
圖2-17	教學效果與視覺圖像的真實度間之關係圖.....	64
圖3-1	研究架構圖.....	77
圖3-2	研究流程圖.....	85
圖3-3	實驗設計流程.....	88
圖3-4	熱對流概念圖.....	92
圖3-5	燒杯加熱動畫圖.....	95
圖3-6	冷熱瓶中氣體對流動畫圖.....	95

圖3-7	密閉箱實驗動畫圖.....	96
圖3-8	對流概念教學活動流程圖.....	97



第一章 緒論

本章分為六節，第一節為研究背景與動機；第二節為研究目的；第三節為研究問題；第四節為名詞釋義；第五節為研究意義；第六節為研究範圍與研究限制。

第一節 研究背景與動機

一、研究背景

隨著資訊時代的來臨，人類對於電腦網路與資訊科技的需求與日俱增。鑑於電腦網路與資訊科技對人類的影響越來越大，在生活中所扮演的角色也日益重要。教育部於民國八十三年起實施 NII (National Information Infrastructure，國家資訊基礎建設)計畫，積極擴充網路頻寬，推廣全民上網運動。根據經濟部技術處委託資策會電子商務應用推廣中心 FIND 最新調查結果顯示，我國網路使用人口已達 1,476 萬人，個人連網普及率為 64.4%。在家連網人口中，有四成五是重度網路使用者。在家戶連網應用服務中，以「網路電話」、「部落格」及「即時傳訊」等項目，其近年來的年複合成長率在兩成以上，發展潛力不容小覷。(資策會，2008)根據 ISC 最新數據顯示，全球連網主機數持續成長達 4.9 億萬部，較 2006 年同期增加了 0.5 億部，成長率為 11%。台灣的連網主機數達 511 萬部，較 2007 年 1 月增加 69 萬部，成長率達 16%，排名世界第 13 名、亞太第 4 名。(資策會，2007)。由此可知台灣是網路蓬勃發展的國家之一。

身處在這資訊的時代中，傳統的教育目的已被時代的潮流所淹沒，取而代之的是培養學生具備自行處理與分析資訊、主動獲得知識和解決問題等能力。即是使學生擁有「帶著走的基本能力」。教育部亦認為教師應改變以往傳統的教學方式，積極推動資訊科技融入各領域教學，整合教學、學習和人力等資源，使教學設計更創新，提升教學活動的成效(何榮桂、陳麗如，2001)。有鑑於此，教育部於 2001 年針對教育現況的實際需求，規劃出「中小學資訊教育總藍圖」並積極推動，並為國民中小學的資訊科技

教育帶來了新的里程碑。

多位學者(王全世, 2001; 邱志忠, 2002; 邱瓊慧, 2002; 徐新逸、吳佩謹, 2002)分別曾對於資訊融入教學做定義, 研究者綜合這些學者的看法認為應是在經由事先的規畫, 在教學的前、中、後期, 有目的的以資訊科技作為工具, 使學生能達到學習目標的一種教學方法。國內外許多教育研究者亦發現教學者使用資訊融入教學的方式比傳統式教學更能顯著提昇學習者的學習效果 (張國恩, 1999; 李鴻亮, 2000; 邱瓊慧, 2002; 邱俊宏, 2004; 劉世雄, 2004; Mayer & Moreno, 2003; Newby, Stepich, Lehman, & Russell, 2000)。在上述之背景下, 許多教學者開始思考如何將資訊科技融入現場教學活動。隨著「中小學資訊教育總藍圖」政策的推展以及教師教學與學生學習上的需求, 教學者在課程設計、教學活動呈現及班級經營利用資訊融入教學已成為必然的趨勢。但是資訊科技只是一中性的載具, 只是另一種教材呈現的方式, 如果在教法上不能夠有所創新, 只一味的追求資訊科技, 忽略了教材的本質、教學的目標及學生的學習成效教學的目的, 反而是捨本逐末, 沈淪到為「資訊融入而資訊融入」的泥淖中 (劉世雄, 2001; 劉世雄, 2004; 歐陽閭, 2004; Clark, 1994)。

故如何把握課程的內涵, 適時將資訊融入教學, 設計出可行的教學活動, 並發展成可實際運用的教學策略, 以達到教學的效益乃成為十分重要的話題。李志鵬(2004)由桃園縣內十七所資訊種子學校在推展資訊科技融入教學的歷程, 歸納出的資訊科技融入教學策略使用有八個向度: 1.課程教材準備、2.課程內容的教材呈現、3.網路相關資源的搜尋、4.電腦輔助教學軟體的運用、5.資訊科技設備的應用、6.心智工具的運用、7.網路的遠距學習、8.學習成果評量、診斷。由上可知, 資訊科技融入教學策略可應用在整個的教學過程中。所以發展有效可行之資訊科技融入教學策略, 對於教學是十分重要。且有一教學策略作為發展資訊融入教學課程的依據, 也才不會使課程流於「資訊融入而資訊融入」。研究者研讀國內外的相關文獻後卻發現, 先前研究者在資訊融入教學的議題上, 多著眼在如何製作數位教材、提供資訊融入教學原則及網路資源的應用。但在實際教學現場該如何操作, 有何可行的教學策略這個面向上確是甚少提及。

二、研究動機

研究者目前從事自然與生活科技領域的教學, 任教學校為自然與生活科技領域的資訊典範學校, 也參與了許多資訊融入教學的教材設計。王佩

蓮(2001)指出讓學習者學習如何去規畫、觀察、實驗及歸納是自然與生活科技領域的教學過程中最重要的部份。研究者在設計與教學的過程中發現，利用數位教材來展示科學概念，可以讓教師更清楚更具體的說明、學生更專注在學習上，更可提供規畫、觀察、實驗及歸納的操作展示平台。特別是一些有具危險性、不易操作的實驗、無法在教室內觀察的自然現象及呈現較難理解的科學抽象概念。資訊融入教學可協助教學者更容易達成教學目標。

資訊融入教學對自然與生活科技領域的概念教學有其必要性，但是並無一套實用有效的資訊融入教學策略。陳昆益(2006)有鑑於此，發展出「交互表徵教學策略」，應用抽象與具體的學習物件於自然與生活科技領域中「地球科學」單元的教學，並發現對國小學生的學習成就有顯著的效益。但陳昆益所發展之「交互表徵教學策略」，將教學表徵侷限在「抽象學習物件」與「具體學習物件」。依 Shulman (1987)提出教學表徵理論時，教學表徵的形式泛指隱喻、類比、圖形解釋、示範、家庭作業及不同形式的解說。而 Dale(1969)的「經驗的金字塔」(Cone of Experience)也認為教學活動能提供十種由具體到抽象的學習經驗。基於上述原因，研究者認為應將所有在教學中所應用到的所有教學表徵皆納入，發展成為「多元表徵交互應用策略」。此外亦有學者將教學策略發展成教學模式與實施步驟(劉世雄，2004)，以便於教學者在運用教學策略時能更容易進行。陳昆益雖已發展出「交互表徵教學策略」之教學歷程，但並無建立實施「交互表徵教學策略」的模式。且在於選擇表徵時，亦只將表徵作具體與抽象這二元的區分。研究者認為只將教學表徵作具體與抽象的判別，無法將不同教學表徵在教學應用時，所呈現的特質作明確的區分。是以本研究將互動性也做選擇教學表徵為考量，將教學表徵多元化的特質顯現出來。互動性係指在利用教學表徵進行教學時，所使用的教學表徵可給予學習者的反饋，主要以即時性與可操作性作為互動性高低的考量。綜合上述，研究者發展出「多元表徵交互應用策略」，並深入探討「多元表徵交互應用策略」之理論架構及考慮教學現場實際情形。設計出「多元表徵交互應用策略」的實施模式，使教學者有一定可依循的施實步驟，讓「多元表徵交互應用策略」更容易應用在一般教學中。

鑑於「對流現象」為一抽象之自然概念，在教學現場的實驗操作，亦有一定程度的危險性。教學活動進行時，受限於實驗器材、教學時間與教

學環境的影響，實驗操作中所要觀察的現象並不容易呈現及重現。是故在教學設計時，應用「多元表徵交互應用策略」來進行資訊融入教學，應為理想的教學方式。為提昇「對流」概念的教學效果、避免學生迷思概念的產生，本研究擬引用此教學策略，並藉由實驗來了解國小高年級學生在學習此概念時，經由使用「多元表徵交互應用策略」，是否能增進學生的學習成效。在實施時，亦調查學生之學習興趣、探究學生之看法，作為改進教材與教法之依據。實驗過程中，藉由研究者的使用經驗，深入分析「多元表徵交互應用策略」之理論依據，使其更形完備，並建立「多元表徵交互應用策略」的實施模式，以便於在教學現場上使用。

第二節 研究目的

先期研究者在進行實驗教學時，採用了「交互表徵教學策略」組及「多媒體展示教學表徵」組。「多媒體展示教學表徵」組僅以 PowerPoint 所製作的教學表徵進行教學，沒有運用任何的教學策略，即常見的資訊融入教學。本研究擬多加入「一般教學」組，即是利用黑板，課本及講述的教學方式。藉以驗證先期研究所指出「交互表徵教學策略」的成效是來自於策略本身，並非來媒體展示。以及不使用任何教學策略時，資訊融入教學是否仍與傳統式教學有所不同。

研究者由先期研究的建議、文獻探究及現場教學觀察，在深入探討「多元表徵交互應用策略」之相關理論並分析整理後，發展了「多元表徵交互應用策略」的實施模式。本研究希望藉由進行「多元表徵交互應用策略」的實驗教學，了解實施「多元表徵交互應用策略」的步驟是否可行及實行時應注意的細節，使教學現場與教學理論可相佐證。以便日後教學者在進行資訊融入教學時，有一可行教學策略及明確的實行步驟。「對流概念」依課程內容有又可分為「概念理解」、「實驗操作」及「生活經驗」三大學習內涵，因此不同學習策略對於不同學習內涵的學習成效是否有所差異這也是研究者所好奇的。亦有學者(林月芳，2005、梁志平、余曉清 2006)指出不同教學策略對不同學習能力的學習者影響不同，是以在本研究一併納入討論。

最後以回饋單的方式來調查學習者對於研究者所設計的「多媒體展示

教學表徵」及運用「多元表徵交互應用策略」進行對流概念教學課程的看法。是以，依據本研究的研究動機、背景以及上述想法，擬定本研究目的如下：

- 一、深入探討「多元表徵交互應用策略」之理論依據，並建立實施「多元表徵交互應用策略」的模式。
- 二、探討使用「多元表徵交互應用策略」，單用「多媒體展示學習表徵」及一般教學於國小五年級學生學習「對流概念」之學習成效。
- 三、探討使用「多元表徵交互應用策略」，單用「多媒體展示學習表徵」及一般教學於國小五年級學生學習「對流概念」之學後保留成效。
- 四、探討本研究中不同組別學習者對不同教學法的看法。

第三節 研究問題

依上節所述，將本研究之研究問題詳述如下：

- 一、實施「多元表徵交互應用策略」的模式為何？
- 二、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級學生學習「對流概念」之學習成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異？
- 三、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級學生學習「對流概念」不同學習內涵之學習成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異？
- 四、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級不同學習能力的學生學習「對流概念」之學習成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異？
- 五、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級學生學習「對流概念」之學後保留成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異？
- 六、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級學生學習「對流概念」不同學習內涵之學後保留成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異？

- 七、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級不同學習能力的學生學習「對流概念」之學後保留成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異？
- 八、本研究中不同組別學習者對應用「多元表徵交互應用策略」、單用「多媒體展示教學表徵」及「一般教學法」在進行「對流概念」教學活動時的學習態度、教學情境及媒體應用三個向度上的看法是否一致？

第四節 名詞定義

本節將對本研究所常用的名詞作概念型與操作型定義。

一、教學表徵

「教學表徵」即是教學者將自己的學科專門知識、教學專業知識與學科問題，依自己的生活經驗設計出各種的可以與學生溝通「表徵」形式，協助學生學習與瞭解學科專門知識、教學專業知識與學科問題。教學表徵有其獨特性與限制，教學者必須考量學生不同的生活經驗、學習表徵特性以及先備知識，並依據教學情境、教學支援及教材內容，選擇適當的教學表徵。將教材內容轉化成適合學生之表徵形式，協助學習者達到教學目標。

本研究中，「教學表徵」係指「操作示範教學表徵」與「多媒體展示教學表徵」。「操作示範教學表徵」為教學者示範展示試管加熱實驗操作、冷熱瓶實驗操作及密閉箱實驗操作。試管加熱實驗操作為利用兩個裝了適當水量的燒杯加入木屑後，分別在試管底部與液面下一公分處加熱，讓學習者觀察木屑的移動及測量水的溫度；冷熱瓶實驗操作將兩個空廣口瓶分別冷凍及加熱。用白煙對熱空瓶中的空氣作標記後，將冷熱瓶熱下冷上放置，中間以玻璃板隔開。抽出玻璃板後，讓學習者觀察白煙的流動；密閉箱實驗操作為。「多媒體展示教學表徵」則包含試管加熱實驗動畫說明、冷熱瓶實驗動畫說明及密閉箱實驗動畫說明。

二、認知表徵

Bruner (1966)將人類對其環境周遭事物，經知覺而將外在物體或事件轉換為內在心智事件的過程，稱之為認知表徵(Cognitive Representation)，或稱知識表徵(Representation of Knowledge)。即人類由認知表徵來獲得知識。認知表徵理論歸納認知表徵的發展為動作表徵、形象表徵、符號表徵。

本研究所指的認知表徵主要是針對國小五年級學生國小的符號表徵發展仍未完備，對於利用符號來呈現的表徵方式，雖能夠理解接受但仍不十分精熟，因此利用符號表徵與形象表徵所設計之「多媒體展示教學表徵」與以動作表徵呈現的「操作示範教學表徵」交互運用呈現，並配合具結構性的教材與教學活動。讓學生以符號表徵與形象表徵來學習「多媒體展示教學表徵」，以動作表徵來學習「操作示範教學表徵」，達成學習的目標。

三、多元表徵交互應用策略

「多元表徵交互應用策略」是為一種資訊融入式教學之教學策略，運用對同一概念所發展出不同型式的教學表徵，有計畫的在教學活動中交互呈現，以達到學習效果。教學表徵可依學生程度、課程內容、教學支援及教師學能，以學生實地操作、規畫設計、表演、教師示範、實地參觀、虛擬實境、互動媒材、影片欣賞、靜畫錄音廣播、視覺符號及口語符號...等形式，以適當順序交互呈現，提昇學習成效。

本研究中所指的「多元表徵交互應用策略」為以「對流概念」單元內容為教材，設計出由研究者示範的「操作示範教學表徵」及以 PowerPoint 軟體自行製作由單槍投影機所呈現之「多媒體展示教學表徵」，在教學活動中交互呈現。呈現的順序依課程特性為先「操作示範教學表徵」再來是「多媒體展示教學表徵」，原則上在每一子概念「操作示範教學表徵」及「多媒體展示教學表徵」各出現一次，視需要可依授課情況增加。

四、對流概念

在定壓下，流體(液體或氣體)受熱後溫度會升高，因為熱脹冷縮的原因。體積膨脹使密度變小而上升，附近相對溫度較低的流體，則因密度較大而下沉，即形成所謂的「對流」。

本研究中，「對流概念」係指康軒版第六冊第三單元所提出的氣體與液體的對流概念。試管加熱實驗所觀察到的水因受熱而流動現象為液體的對流；冷熱瓶實驗中所觀察到的熱空氣上升，冷空氣下降的現象為氣體的對流。

五、學習成效

「學習成效」是為教學者為了解參與學習者在經歷教學活動前後的改變，利用科學方法及工具來評估學習活動所達成的效果。

在本研究中，學習成效係指各組學生在進行實驗後，在「對流概念學習成效評量卷」的得分，以得分高低來表示學習成效的良窳。

第五節 研究意義

本研究對於國小教學具有以下幾項意義：

- 一、本研究探究「多元表徵交互應用策略」之應用，並與前期研究相佐證，更彰顯「多元表徵交互應用策略」在資訊科技融入教學實為一可用有效之策略。
- 二、本研究深入探究「多元表徵交互應用策略」後，結合教學表徵理論認知表徵理論、有意義的學習及訊息傳播理論後，歸納出教學傳播模式。可供教學者在設計課程時，參考教學者與學習者間的傳播原理，發展達成教學目標的教學活動。
- 三、由本研究的實驗教學過程中，發展出「多元表徵交互應用策略」的操作模式，提供教學現場使用者在進行資訊科技融入教學時，可依循的步驟與模式。
- 四、本研究製作之對流概念「多媒體展示教學表徵」，利用網際網路提供其他教學者，在進行資訊科技融入對流概念教學時的教材。

第六節 研究範圍與限制

依本研究設計的環境資源及操作可行性，茲將研究範圍與限制界定如下：

一、研究範圍

本研究旨在探討不同的教學策略對於五年級學生「對流概念」之學習成效，故將研究範圍界定如下：

(一)研究對象

本研究以屏東縣某國民小學五年級三個班級學生為研究對象，以班為單位隨機分派為預試組、控制組(一般教學)、實驗甲組(多元表徵交互應用策略)、實驗乙組(單用「多媒體展示教學表徵」)。

(二)對流概念課程之內容

本研究所指對流概念課程之內容，主要依據教科書審定本「康軒版本」自然與生活科技領域第六冊第三單元「熱的傳播與保溫」中對流概念之課程內容為主，其課程含括了液體的對流概念以及氣體的對流概念。

(三)實驗設計之內、外在效度

本研究為追求內、外在效度，將教學時數，教學者，教學地點、教學目標及課程內容均相同，除預試組外其餘各組皆在同一週中進行教學。本研究以不同的教學策略為自變項，學習者在上學期自然與生活科技領域期末成績當成先備知識為共變量，「對流概念學習成就測驗」後測得分及延宕測得分為依變項，進行獨立樣本單因子共變數分析，並在分析前進行各組間的同質性檢定，如此可排除影響實驗研究內在效度之選樣不等之因素。

二、研究限制

本研究由於人力、時間及客觀條件無法完全配合，有以下限制：

(一)推論的限制

本研究以屏東縣立某國民小學五年級三個班級學生為實驗對象，進行實驗教學與資料收集分析，在研究結果推論上有其限制。



第二章 文獻探討

本章將分節探討與本研究相關之理論以及國內外相關文獻，作為研究各階段時的參考依據。第一節探討學習理論，第二節探討傳播理論，第三節探討系統理論，第四節探討資訊融入教學相關理論，第五節探討交互表徵教學策略之理論架構及可行模式，第六節探討自然與生活科技教材教法，第七節探討國內外相關研究。

第一節 學習理論

本節所探討的學習理論涵括了認知表徵理論(Bruner, 1966)、教學表徵理論(Shulman, 1986)、有意義的學習(Ausubel, 1963)、訊息處理論(Gagné, 1985)。

壹、認知表徵理論

一、表徵的定義與內涵

不論是認知表徵或教學表徵都是「表徵」的一種形式，故於深入探認知表徵及教學表徵之前，先對「表徵」進行探究。

Hirberdt & Carpenter(1992)認為表徵可區分為外在表徵(External Representation)與內在表徵(Internal Representation)。他們覺得在人類的溝通過程與自我的心智思考中，這兩種的表徵扮演重要角色。其一為外在表徵意指人類表達出自我的想法與達到溝通的目的工具，以語言、文字、符號、圖片、具體物、活動或實際情境等形式存在。其二是內在表徵為人類進行想像、構思、推理等內在心智的思考活動時的工具，存在於個人的心智中，無法直接觀察(黃永和，1997)。McKendree, Small, Stenning & Conlon, (2002)把表徵視為個體在運作思考時的工具，藉由各種的表徵形式來建構對這個世界的認知。表徵的能力則代表個體以有意義的方式建立和轉換訊息

的流暢能力(劉嘉茹、侯依伶，2004)。林曉雯(1994)將表徵定義為存在心中的似近物，以不同的形式如影像、描述、符號、圖、表、例子、類別存在。換言之表徵即是以某一概念代表某一實物，或者是運用一些可理解、可接受的現象時事物，來代表某些實物或事件。彭聃齡、張必隱(2000)以認知心理學的觀點，對「表徵」(Representation)包含兩個面向，表徵可看成某種東西的信號，包括內容和形式；其次是指知識的組織方式。

綜合上述，研究者歸納出表徵為個體瞭解外在世界與建構內在心智的工具，舉凡能協助個體進行外在瞭解與內在建構活動的事物即稱之為表徵。所以學習者在學習時，是以表徵來作為學習的工具。是故在進行教學活動時，教學者應善用各種形式的表徵，協助學習者獲得知識。

二、認知表徵的定義、發展階段與教學應用

認知表徵是由 Bruner (1966) 將人類對其環境周遭事物，經知覺而將外在物體或事件轉換為內在心智事件的過程，稱之為認知表徵(Cognitive Representation)或稱知識表徵(Representation of Knowledge)。意指人類經由認知表徵來獲得知識。認知表徵理論歸納出個體認知表徵的發展分為三個階段，依序為動作表徵(Enactive Representation)、形像表徵(Iconic Representation)和符號表徵(Symbolic Representation) (張春興，1999)。

(一)動作表徵(Enactive Representation)

出生至三歲的幼兒必須從親自操弄過程當中來理解事情。幼兒利用動作來瞭解周圍的世界，亦即知識獲得來自於動作。是故幼兒與周圍的事物產生互動時，不是用口去啃咬就是用手去觸摸抓取。幼兒對某些名詞所代表的意義與概念，也要經由動作表徵才能習得，例：幼兒經由手的觸摸與口的感覺來瞭解何為冷熱的感覺。

(二)形象表徵(或圖形表徵)(Iconic Representation)

概約從三歲至八歲，兒童發展出形象表徵。在此時期的兒童可利用影像、圖片及先前經驗來對事物產生理解。經由對物體知覺留在記憶中的心像(Mental image)，或靠照片圖形，即可獲得知識，例：兒童可靠想像回答兩隻手有幾隻手指頭，而不必像幼兒一般，必須扳手指才可計算出答案。

(三)符號表徵(或象徵表徵)(Symbolic Representation)

約從八歲以後，兒童發展出符號表徵，已具備從文字、符號去理解抽象概念的能力，建構出運用符號、語言、文字為依據的求知方式。

在此時期的兒童，其心智能力發展臻於成熟，可按邏輯思考去推理解釋周圍的事物。亦可直接從事抽象思考，由過程中發現原理原則，進而解決問題。例如：人為動物而動物為生物，可以推知人為生物。

而這三個時期的發展具有四種特性(張新仁，2003)：

(一)階段性

個體的認知發展的歷程是有階段性的，而隨著階段的發展，具有更抽象的表徵能力。

(二)統整性

個體的認知表徵不會因發展到下一時期就失去原來具有的表徵能力，表徵能力的發展是具有統整性的。

(三)連續性

認知表徵是經個體慢慢發展累積精熟後，漸漸發展出下一階段的認知表徵，不同的階段間並無明顯分野，表徵的發展過程是連續不斷的歷程。

(四)文化性

個體會因所處的文化環境不同，造成思考方式不同，進而使認知發展的速率不同。

研究者認為個體藉由具體表徵為媒介的學習方式逐漸往抽象表徵為媒介的學習方式發展。隨個體心智年齡發展，對於較抽象的表徵方式接受能力提高。因此有較多的概念性事物可以採用較抽象的符號表徵方式進行學習。認知表徵理論指出教學者在實施教學活動時所需注意的重要任務，即是配合學習者的身心發展歷程，指導學生如何利用認知表徵從事思考，從學習活動中發現原理原則，進而統整建構出自己的知識經驗。

Bruner (1966)基於認知表徵理論，對於教學提出四大原則，分述如下(沈翠蓮，2004)：

(一)最佳動機原則(Principle of Motivation)

所發展之教材要能讓學習者在學習後能產生想要學習和解決問題的動機。

(二)結構原則(Principle of Structure)

教材組織結構，要能符合學習者的認知結構，教學方法應從具體到抽象的表徵方式。

(三)順序原則(Principle of Sequence)

教學應先引起學習者的學習動機，並考量學習者的心智能力及學科特性。呈現教材時應從具體到抽象，由簡單至複雜，使新課程能與學習者的舊經驗相結合

(四)增強原則(Principle of Reinforcement)

教學者應採用有效的教學策略與方法，來增強學習者的學習效果。

因此，教學者在教學過程中，應提供學習者最佳表徵方式，幫助學習者習得學科知識和解決所遇到問題。如此可協助學習者以最有效能的方式組織與記憶所習得的知識，具有發現不同的情境中所遭遇問題的核心部分的能力，分析決解方案。從而引導學習者發展適當的表徵方式對其學習的動機及情緒也會有所增益。

三、小結

認知表徵為學生在學習時最主要的媒介，較早發展認知表徵對高年級的學生來說是比較精熟的認知表徵但並無法直接表達抽象的概念。較晚發展的認知表徵雖可進行抽象概念的學習，但對於高年級學生來說，卻是比較陌生的學習工具。是故教師應利用三種認知表徵的組合來呈現抽象概念進行有效的教學。

教學者在準備教材教法時，為符合教學的需求，應以學習者的認知發展為依據，將考慮二個原則：(一)教材教法必須要能符合學習者的認知發展階段，意即教學所採用的教材教必須要學習者能夠理解的方式；(二)教學可以藉由各種形式的表徵來傳達教學知識，藉由學習者動手做、利用影片圖像來呈現的課程所含之概念或純粹以文字、符號進行假設及演繹的方式來達到教學的目的。表徵呈現的順序應該符合具體到抽象的學習方式，由學習者熟悉的表徵經驗開始，先運用生活化及具體化的表徵形式，再逐步往圖形、符號及語言等抽象性的表徵形式進行教學活動。

本次研究的對象而言，國小高年級學生的符號表徵發展仍未完備，對於利用符號來呈現的表徵方式，雖能夠理解接受但仍不十分精熟，因此利用符號表徵與形象表徵所設計之「多媒體展示教學表徵」與以動作表徵呈現的「操作示範教學表徵」交互運用呈現，並配合具結構性的教材與教學活動，應可達到學習的成效。

貳、教學表徵理論

教學表徵是表徵的形式之一，而在上一小節已討論過表徵的概念，本小節不再贅述，僅針對教學表徵的定義、類別、特性、來源、產出過程與影響教學表徵決定的因素進行相關文獻探討。

一、教學表徵的定義

何謂「教學表徵」？有許多國內的學者曾對教學表徵下定義，研究者分述如下：

Shulman(1986)提出教學表徵理論，認為教師在教學過程中，將自己的學科專門知識、教學專業知識與學科問題，結合學生能理解之表徵形式，以最佳的型態、最有利的呈現方式如，解說、示範、圖形說明、範例、關鍵字、類比、隱喻、模擬、動手操作、教室活動及家庭作業等。將不易理解之知識，轉換成可與學生溝通的形式，以幫助學生學習與瞭解，藉以達成教學目的，則稱為「教學表徵」。

McDiarmid, Ball & Anderson(1989)將教學表徵定義為對特定的學生，使用最適當的方式呈現學科內容，提升學生興趣進而讓學生瞭解學科內容。

Hilbert & Carpenter(1992)認為教學表徵即在教學的過程中則是教師將其所欲教授的學科內容知識經過其心智的轉換成外在的表徵形式，作為其教學時學生學習學科知識的媒介。

黃永和(1997)覺得教學是師生對一課程概念或內容進行溝通的歷程，在此歷程中教師為教學專業發展的中心，將學科內容轉換成適當的語言、符號、圖片具體事物、肢體動作或活動等形式的訊息，成為學習的目標或建構概念的來源，亦即教學表徵。

教學是一複雜的活動，在教學過程中，教師所面對的是不同學習背景、不同學習能力的學生以及不同學習氣氛的教室情境。而自然與生活科技領域教師所教授的內容又多涉及抽象的概念，因此在教學時教師如何妥善且有效的使教學策略及安排適當的教學情境以引發學生學習動機與興趣，對教師而言，是一項極大的挑戰。然而，教學乃是教師針對「學科教學知識」(Pedagogical Content Knowledge)與學生進行溝通的主要歷程，為達教學目標，教師運用各種不同方式呈現學科內容以幫助學生學習，而形成課堂教學的整體面貌，即產生所謂的教師教學表徵。

研究者認為教學表徵為教學者考慮學習者的認知發展及學習情境，依自己的教學經驗，將學科專門知識(Subject Matter Knowledge)轉換成學生易於了解的表徵形式，使學生達到學習的目標。

二、教學表徵的來源

Ball(1990)指出教學表徵的來源可由教師、學生、教科書而來，所以教學表徵的來源不一定完全由教師建構產生，教材內容、教學方法等就包括了教學表徵。

黃永和(1997)指出教學表徵是以學科知識、教學知識、學習者知識、情境脈絡知識為基礎而進行綜合性理解後的結果。並認為教學表徵可下列五種來源產生與獲得，分述如下：

(一)課程教材

課程教材便是一種教學表徵，包括教科書、習作、教師指引、測驗卷、以及其他教學用的補充教材等。

(二)進修研習

教學者可藉由進修研習，提升本質學能，使自己的具備創造學科教學表徵的能力。

(三)學習經驗

教學者會以自己的之前的學習經驗發展教學表徵。

(四)自行發展創造

教學者可由對學科、教學、學習者、情境脈絡及教學資源的理解與想像來創造自己的教學表徵，包括對修改他人的教學表徵，或是原創性的發明。

(五)其他

包括同儕間的經驗分享、相關研究報告與期刊文章、教學觀摩、教學省思等。

除此之外，研究者認為教學表徵還可由教學者的生活經驗，他人協同，共同創作，學習者作品等來源，分述於下：

(一)生活經驗

教學者可根據自己的生活經驗來設計教學表徵。例：教學者會因自己有被詐騙的生活經驗而設計如何反詐騙的教學表徵。

(二)他人協同

教學者可適時引進他人協同教學，在教學過程中引進他人的教學

表徵。例：可請消防隊員示範如何滅火。而他人協同可分同儕協同、親師協同及社會資源協同。

(三)共同創作

設定一項教室活動或家庭作業讓學習者共同創作完成，達到學習成效的表徵形式。例：壁報製作。共同創作可分為同儕共同創作、親子共同創作及師生共同創作。

(四)學習者作品

可將優良的學習者作品展示給其他學習者，作為示範。例：將學習者字體工整的書法作品，展示給其他學習者。

教學表徵並非遙不可及，而是在生活週遭、教學情境中垂手可得的。所以教學者能善用這些源源不絕的教學表徵，將使教學活動更加活潑精彩，也更能達成教學的目標。

三、教學表徵的類別

依文獻探討，各家學者將教學表徵依型態、典型、使用者不同及表徵呈現載具加以分類如下：

(一)表徵形態

蔡添財(2003)將教學表徵依型態分為 1.指導學科概念的教學表徵包含陳述、概念說明、板書、示範、圖表(圖形說明)、類比和隱喻；2.學科教學策略的教學表徵包含引起動機、問答、上台發表、小組討論、操作(含實驗)、故事及補充資料；3.教學評量的教學表徵包含形成性評量、家庭作業和習作指導。

(二)表徵典型(Model)

Bruner(1966)指出表徵典型有 1.動作(Enactive)如操作(含實驗)、示範 2.影像(Iconic)如板書、圖表及 3.符號(Symbolic)如故事、家庭作業和習作指導。

(三)表徵使用者不同

指出教學表徵依使用者不同可以分成三類(林曉雯, 1994; 李憶萍, 1996; 藍治平、簡秀玲、張永達, 2002)：1.教師中心之教學表徵含括類比、隱喻、因果說明、名詞定義、範例說明、圖表說明、展示說明、示範說明；2.教師與學生中心之教學表徵包含問答引導、問題討論；3.學生中心的教學表徵包含學生操弄、模擬遊戲、習作指導與家庭作業。

(四)表徵呈現載具

即 Ball(1990)所謂的參與感官不同。教學表徵可由呈現的載具的不同來區分。以 Dale(1969)的經驗金字塔為例：以錄音做為呈現載具的教學表徵為聽覺的表徵，以動畫做為呈現載具的教學表徵是屬於視覺的表徵，以直接操作做為呈現載具為動態及觸覺的表徵。

研究者由上述學者討論後發現，各家學者由教學表徵的表徵形式，即 Shulman(1986)所指出的解說、示範、圖形說明、範例、關鍵字、類比、隱喻、模擬、動手操作、教室活動及家庭作業，經不同的角度進行分類。研究者在仔細推敲後發現不同形式的教學表徵之間分野並不十分清楚，例實驗操作不一定只能在進行教學策略才能使用，亦可作為評量工具，而圖表中未必沒有符號的出現。且在各家分類中沒有與教學活動相契合，讓教師能更清楚教學表徵使用的時機。故研究者以教學表徵應用在教學活動的時機，將教學表徵分類如下：

(一)教學活動前可使用的教學表徵

名詞定義、引起動機、教室活動。

(二)教學活動中可使用的教學表徵

解說、示範、圖形說明、範例、關鍵字、類比、隱喻、模擬遊戲、問答引導、動手操作、名詞定義、問題討論。

(三)教學活動後可使用的教學表徵

補充資料、教室活動、習作指導與家庭作業。

四、教學表徵的特性

Sternberg & Horvath(1995)認為一個完美的教學表徵應具備五項特徵，分別為：完整性(Sompleteness)、獨特性(Specifcality)、普遍性(Senerality)、簡約性(Parsimony)、擬真性(Plausibility)五項特徵。

謝秀月(2001)認為教學者於教學的歷程中，不但是教學知識的產出者，亦是教學表徵的創造者。教學者可利用教學表徵將學科教學知識具體的呈現在教學實務中。因此教學表徵在教學歷程中具有以下特性：

(一)不可獨立性

設計教學表徵時，應考慮教學單元內容的特性來決定呈現的形式。適當的呈現形式使學習者更容易理解教材的內容。教學表徵承載了教材內容的訊息，教材內容則決定了教學表徵的形式。研究者認為教材內容與教學表徵為一體之兩面，教材內容沒有教學表徵則無法呈現，

教學表徵沒有教材內容只是無意義的聲光影像而已，兩者間存在著不可獨立的特性。因此教學表徵必須依教學單元內容來進行設計，而教學單元內容也依賴教學表徵作為傳達概念的工具。

(二)專一性

教學表徵是依教學單元的內容經教學者對於學科的認知所形成的，不同的教學單元內容所產生的教學表徵亦有所差異。是以針對特定的教學單元所設計的教學表徵只能針對該教學單元進行教學，即教學表徵具有「專一性」(Shulman,1986)。教學表徵是依教學單元之教材內容的特性來設計發展出來的，其所蘊含的概念以該教學單元的教材內容為主，所以教學者需依不同的科目不同的教學單元設計出適用的教學表徵。例如：本研究針對「對流概念」所發展出的「多媒體展示教學表徵」只能用於自然與生活科技領域中對流概念的教學，不能運用它來進行「地球繞日概念」的教學，也不能做為「分數加減法」的教學。

(三)可轉換性

相同的教學單元內容可利用許多不同的型式的教學表徵來呈現。教學者可因應教學時的需求、學習者的學習情形、教學資源及教學環境，利用如類比、圖表、問答與解說等不同形式的教學表徵，在教學活動中交替變換使用，讓學習者藉由多元呈現之教學表徵的刺激下，更容易建構對教學單元內容的認知架構(Wilson,Shulman & Richert,1987)，達到教學的目標。例如：本研究所使用的「交互表徵教學策略」即是針對相同的「對流概念」，設計出「操作示範教學表徵」與「多媒體展示教學表徵」，利用不同的教學表徵來呈現相同的概念。

(四)不完備性

因受到教學單元特性，因應教學活動進行的需求、教學資源及教學環境的支援...等因素，運用教學表徵時會受限於呈現的工具以及學習者對教學表徵感知不同，使每一種表徵都有其侷限。教學者應有效的掌握不同教學表徵的限制，並避免應用教學表徵協助學生學習的同時，產生負面的學習遷移(Duit,1991；林曉雯，1994)。例如：利用水流來代表電流，因水要水壓才能流動，所以水箱必須放在高處。而學習者會以為電線桿上的變壓器也是為了產生電壓才放在高處，此時學習者因教學表徵而產生錯誤的學習遷移。

五、教學表徵的形成過程

Shulman(1987)認為教學表徵的形成包括六個部分，從教學者對於學科知識理解為起點，經過轉換形成教學表徵然後進行教學、評量、反省及產生新的理解這樣的循環途徑。在將學科知識轉換成教學表徵時，要經過準備、表徵、選擇、修飾的過程如圖 2-1(郭明哲，2004；陳昆益，2006)。

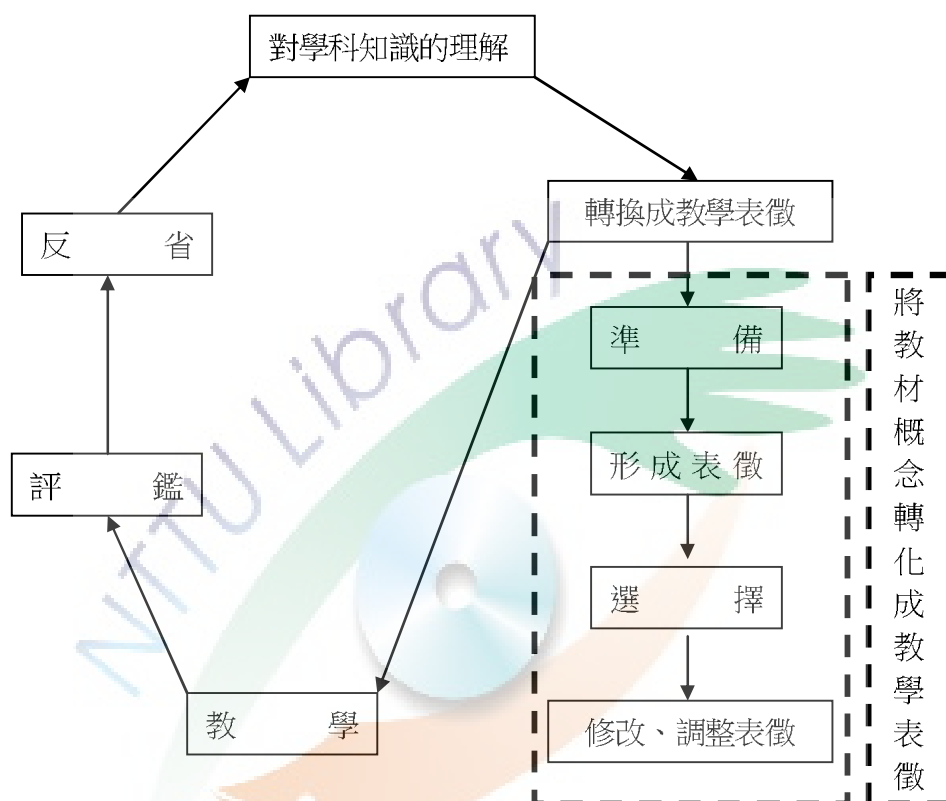


圖2-1 教學表徵形成過程圖(引用陳昆益，2006，p17)

但研究者依 Molenda、Heinich & Russell(1999)所發展的 ASSURE 模式檢視將教材轉化成教學表徵的發展順序，認為應先實施選擇階段而後才形成表徵會比較發展的邏輯，且準備階段與 ADDIE 模式中的分析階段所進行的工作十分相似，最後修改與調整表徵應視教學現場學習者的反應即時進行調整以符合現場需求。且教學表徵會隨著教學者的教學經驗，反省結果不斷的精練進化。研究者整理個人發現之觀點，並與研究先進所提之觀點，作一異同之比較，如表 2-1。

表2-1 教學表徵形成觀點之異同表

教學表徵發展階段		階段任務
研究者之觀點	(一)分析	分析課程內容、學習者特性並且訂定教學目標
	(二)選擇	依課程內容、學習者特性、教學目標及教學資源選擇適當的表徵形式與呈現媒體
	(三)形成表徵	依選定的表徵形式與呈現媒體，設計並製作教學表徵
	(四)修改、調整表徵	視教學現場學習者的對於教學表徵的反應即時進行調整呈現方式、呈現序順及呈現時間，而在課後依評鑑反省結果修正。
先前研究之觀點	(一)準備	教師先分析及詮釋教材內容，並訂定教學目標。
	(二)形成表徵	思考學科概念可以使用的教學表徵，例如使用類比、範例說明、展示說明、學生操作等形式。
	(三)選擇	教師考量教學目標、學科本質、教學情境、學生特質等因素之後，從中選擇適當的教學表徵，然後將教材內容再加以組織。
	(四)修改、調整表徵	依據教師對學生特性的了解，來調整教學表徵方式。

資料來源：研究者自行整理、參考陳昆益，2006

而研究者認為教學表徵的形成，教學者扮演了最關鍵的角色，因為教學表徵的形成主要還是由教學者來執行分析、選擇、形成及修改調整。教學者最能掌握自己設計的教學表徵，在運用時也最清楚能達到什麼預期目標。在教學前應利用檢核表檢核自己的教學表徵是否達到教學需求，並在教學現場發現與自己預期不同時，能敏感的調整教學表徵的應用，也能依學習者反應、評鑑及反省的過程進行教學表徵的修改。因此，研究者依照個人的觀點，將教學表徵形成過程圖修改成教學表徵形成與精緻化過程圖，如圖 2-2。

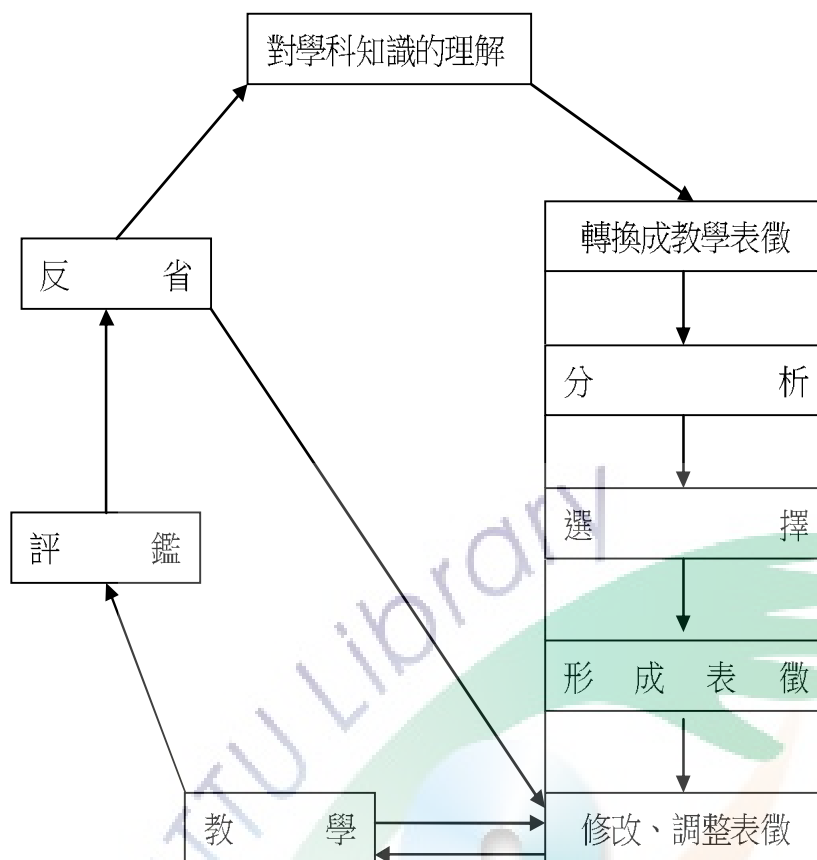


圖 2-2 教學表徵形成與精緻化過程圖
(研究者自行整理，參考陳昆益，2006，p17)

七、小結

教學時，教學者將學科知識、教材內容轉化成教學表徵後，作為與學習者溝通的工具，因此教學者的教學表徵必須配合學習者的認知表徵。教學者在發展教學表徵時，應考慮到學習者對教學表徵的接受度、教學的情境、學科知識的掌握並能引發學習者學習動機。在教學表徵的呈現上，加入多元的思考，並配合學習者的先備經驗，有計畫的運用資訊科技來呈現教學表徵。讓學習者透過自我的認知表徵，學習經教學策略設計所呈現的教學表徵，達到更好的學習效果。

參、有意義的學習理論

一、有意義學習理論的內涵

「有意義的學習」(Meaningful Learning)是 Ausubel(1978)的理論中最主要的核心理念，有別於行為主義的學習觀點，將學習的焦點放在學生對於課程內容的記憶與精熟，在教學策略及方法上，只要求學習者重複不斷的練習及複誦，進行的是一種機械式的學習。Ausubel 因為受神經心理學、電腦資訊處理的啟示，認為人類的大腦具有主動的認知本能，並有保留訊息的能力，所以不贊成機械式的學習。Ausubel 主張學習活動是有意義的，學習的目的是學習者能吸收新的學科知識(包含新的概念、知識或經驗)。為了達成學習的目的，新的學科知識必須配合學習者的認知結構來設計實施教學活動。所謂的認知結構為學習者已學會與保留的知識，這些知識是個體對於生活環境中的事物，經認識、分辨、理解的歷程，將外在的概念和訊息做一整合內化，形成有組織且有層次性的知識結構(Hierarchical Cognitive Structure)，儲存於個體中的知識結構體。認知結構包含了概念、事實、及命題。(張春興，1999；林筱雯，2002；余民寧，2003)。郭重吉(1990)也認為有意義的學習係指個體能將新概念或訊息和舊概念相聯結，透過不斷的整合，形成更為紮實的認知結構。建構主義學者認為學生在學習的過程中扮演了主動學習，積極建構的角色。

學習要能達到學習的目標，必須建立在學習者能達成有意義的學習。研究者發現有意義的學習主要的精神在於新知識要能與學習者本身的舊概念能產生連結。所以進行有意義的學習時，學習者應主動去建立新知識與舊經驗間的聯結，學習者在學習的過程中被視為主角。而教學者在呈現新知識時，也必須考量學習者的認知能力與舊經驗，如此學習者在建立新舊知識的聯結時才不會產生困難。是故在進行有意義的學習前，必先對教學者所要呈現的新知識與學習者所擁有的舊經驗深入探究。

二、先備知識(Prior Knowledge)與前導組織(Advanced Organizer)

先備知識即前文所提學習者的舊經驗，由前文是故在進行有意義的學習前，必先對教學者所要呈現的新知識與學習者擁有的舊經驗深入探究。

(一) 先備知識

先備知識即前文所提學習者的舊經驗。學習者會將先前習得的概念、事實及原則在腦中形成具有階層性的認知結構。在認知結構上層的為上位概念(Superordinate Concept)，而位於下層者則為附屬概念(Subordinate Concept)。上位概念具有涵括性(Inclusiveness)、一般性(Generality)及抽象性(Abstraction)。在認知結構中，較具長期性、涵括性較大、具一般性、抽象性的概念或原則，即是個體對事物整體性的認知。附屬概念則是指較具短暫性、涵括性較小、也較為特殊、具體的事件，是個體對事物的細節記憶。Ausubel(1978)認為學習者在學習新的課程內容時，將比對既存的上位概念與新的概念，並嘗試將新的概念納入既存的上位概念中，同化形成一個新的上位概念，讓新的概念成為自我的概念。因此上位概念即是個人的先備知識。(吳裕聖，2001；林筱雯，2002；張春興，1999)。先備知識是影響學習者進行學習的最重要機制要讓學習活動變得有意義，教學者應以學習者的先備知識為基礎，做為設計教學活動時的依據。如此學習者所學習的課程內容會建立在學生本身的「先備知識」。

(二) 前導組織

認為前導組織是指學習者在學習新教材前，先提供與先備知識有適當相關性、一般性與涵蓋性較廣的引導性材料，亦是促進學習及防止干擾的最有效的策略(張春興，1999)。Driscoll(2000)指出前導組織是幫助學習者既存知識與所欲學習知識間聯結的橋樑。教學者在教授新知識前，應先分析新知識，將新知識中的上位概念提取出來成為前導組織，在教學時先呈現出來，讓它與學習者既有的上位概念(即先備知識)產生聯結，使學習有意義。張新仁(2003)也認為「前導組織」是在學習前，教師對新知識進行分析，並把核心的概念提出以利次概念的學習。在學習上，「具體」的前導組織效果明顯優於「抽象」的前導組織。「文字性前導組織」如輔以圖表，其效果優於僅以文字呈現的方式。曾建勳(2002)將前導組織分成二種的類型，一為說明性的前導組織，其次是比較式的前導組織。

- 1.說明性的前導組織：說明性前導組織應用在對於學習者來說較不熟悉的教材內容，扮演學習者建構概念時的鷹架，將陌生的概念連結於熟悉的概念中。

- 2.比較性的前導組織：包含有比較式及比喻式二種前導組織。前者提供新的教材內容概念與現有熟悉概念之比較；後者則是提出與教材內容或型態相似之事物做比喻，目的是使學習者更容易將新舊知識作聯結。

三、有意義學習的要素與歷程

(一) 有意義學習的要素

因為學習的主有意義學習的條件體在學習者本身的先備知識，所以要進行有意義的學習，應確定學習者是否已具備以下三種要素(林清山譯，1997；Ausubel,1968；Novak,1998)：

- 1.學習者必須能接受學習的教材內容：所要學習的對學習者是具有意義，能與其他知識之間有相互的關聯，且教材是有意義的命題和概念。例：學習者不具英文閱讀的知識，而教材以英文方式呈現，則學習者就不能產生有意義的學習。
- 2.學習者必須擁有相關的「先備知識」：學習者的先備知識是有意義學習的基礎。學習者對所要學習的教材內容必須具有相關的先備知識（經驗、知識或概念），可與教材內容的上位概念架構相互聯結。例：學習者在學習乘法前，必先要具有加法的先備知識，如此才能實施有意義的學習。
- 3.學習者必須有主動學習的動機：因為學習的主體為學習者，故學習者必須主動接受新的教材內容，將它與本身的先備知識作聯結，將教材內容透過有意義的學習後，成為自己的認知架構。所以學習者應為自己的學習負責，在學習的過程中保持高度的主動學習動機。例：學習過程中，學習者不參加學習活動則無法進行有意義的學習。

簡言之，學習要有意義，學習者應具有「接受性」、「擁有性」及「主動性」，而教材內容則應有「可接受性」及「相關性」。

(二)、有意義學習的歷程

Novak, Mintzes, & Wandersee(2000)整理了相關文獻後，提出了有意義學習的歷程。認為有意義的學習有含攝學習(Subsumption Learning)、漸近分化(Progressive Differentiation)、層級學習(Superordinate Learning)和統整調合(Integration Reconciliation)這四種歷程。經由這四種歷程，學習者的認知結構變得更複雜及更有組織。

- 1.含攝學習(Subsumption Learning)：Novak(1998)指出有意義的學習是新知識和既存的舊知識相互同化後改變學習者的認知結構，形成系統層次組織體。個體的上位概念(先備知識)包含許多的附屬概念，因此上位概念可在記憶中保留較久，形成所謂的含攝因子。有意義的學習是在學習時，新的知識和，形成互動統合的過程。含攝過程包括二種：(1)衍生含攝(Derivative Subsumption)：新知識與既存相關上位概念產生聯結，並不改變上位概念的意義。如：個體擁有上位概念「車」，其附屬概念像：轎車、聯結車、機車...等。當個體學習到另一附屬概念像是腳踏車，那它只是被含攝在「車」的上位概念下，原本上位概念「車」並未改變。(2)相關含攝(Correlative Subsumption)：改變、擴充與強化個體現存的含攝因子(先備知識)且賦與了現存的含攝因子新的意義與特徵。如：學習者在學習國小「水的三態」單元，習的水蒸汽及冰也都是「水」之後，對於學習者來說「水」本身這個上位概念已有了改變，因為它被賦予了新的意義(Driscoll,2000；Novak,1998)。
- 2.漸進分化(Progressive Differentiation)：Ausubel(1968)認為，概念發展首先是從最普遍性、一般性及涵蓋性最廣的上位概念產生，這些概念會不停地分化、調整、精緻化，新的習得知識不停地與舊有經驗間產生含攝的過程，讓上位概念逐漸變得更精緻、充實、包容性更廣大，使認知結構重新調整其意義，讓整個認知結構更加精緻、複雜化，這時新概念的進入不再是「獲得」，而是「分化」，這就是所謂概念的漸進分化(Progressive Differentiation)。在學習時，學習者應先學習的是最普遍性、一般性及涵蓋性最廣的上位概念。Weriner(1978)指出，分化了包括垂直分化與水平分化兩種類型，垂直分化是上位概念的擴增(Extending)；水平分化則指上位概念重組(Reorganizing)。
- 3.層級學習(Superordinate Learning)：層級學習是學習者運用已習的且可以被含攝的附屬概念，來產生的一新的、較具涵括性的上位概念。學習者學到多個附屬概念後，會發現概念間有相似的屬性，綜合了這些有相似屬性的附屬概念後，就得到新的、較具涵括性，可將學習者既存的附屬概念含攝在其下的新上位概念。新的上位概念和既存於認知結構中的附屬概念形成上下位的聯結關係。例：學習者習

得了「麻雀」、「雞」、「鴨」等附屬概念，當學習者發現當中相似的屬性，漸漸形成「鳥」的上位概念(Driscoll,2000)。

- 4.統整調和(Integration Reconciliation)：林筱雯(2002)指出當學習者利用含攝學習和漸進分化的過程後，使更多的新概念加入認知結構體內。而研究者認為經過層級學習後，概念間產生水平及垂直交叉的聯結，概念所代表的意義會變得更多也更複雜。這些概念關係的交叉聯結就等同是統整調和。學習者進行層級學習時，附屬概念間會有發生意義的衝突，學習者必須要有意識地分辨、調整或修正，聯結成新的上位概念時，即產生了統整調和。各個概念於結構間透過有意義的水平及垂直交叉聯結，讓概念代表的意義產生改變，因此，統整調和的原則是指如何對學生認知結構中現有要素重新加以組合。

研究者由上討論與綜合岳修平(1998)與 Novak(1998)的看法發現上位概念與附屬概念是相對的而非絕對，舉「生物」-「動物」-「人」這三個層級的概念為例，「動物」之於「人」是為上位概念，但「動物」之於「生物」卻是附屬概念。隨著個體年齡的增長，概念的層級會越來越多，之間的關聯性也越來複雜。因此可知有意義的學習經含攝學習、漸近分化、層級學習和統整調等四程歷程，使學習者的認知結構產生了量或質的變化。

四、小結

綜上可知，「有意義的學習」便是個體認知結構不斷改變的過程，學習者在進行學習活動時，既存的認知結構會不停地運作，將新的知識與上位概念聯結再納入認知結構，形成新的上位概念。是故教師在進行教學時，必須考慮學習者的先備知識，即對學習者既存的上位概念作分析。在瞭解學習者目前的認知能力後再進行教材的分析，將教材中具有涵括性、一般性及抽象性的概念或原則提取出來，設計發展成良好的「前導組織」。

在教學的過程中以「前導組織」為橋樑，連結舊經驗與新概念，協助學生達到知識的內化，進行有意義的學習。學習者在內化新概念時，應用舊經驗(先備知識)以「漸進分化」了解新概念，藉由「調合統整」將新概念融入舊經驗。當學習者能將新概念融入舊經驗，並掌握其中的異同，即可確實的把新概念內化成自己的知識，達到有意義的學習。其概念圖如圖

2-3：

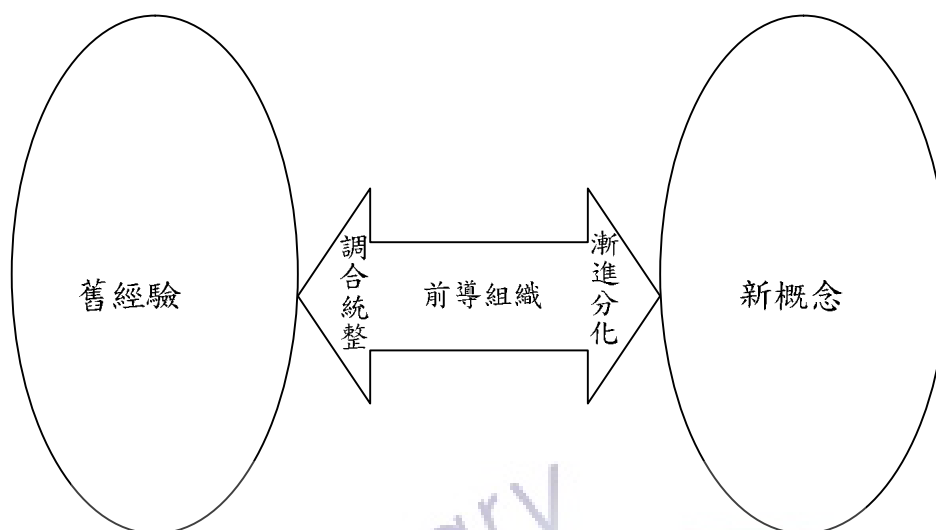


圖2-3 有意義的學習概念圖(研究者自行整理)

所有的教學，其目的都是在於能讓學習者獲得新的知識與概念，有意義的學習理論提供了所有教學者一個很好的教學原理。藉由這個原理，使學習者的學習都成為有意義的學習。

肆、訊息處理理論

為了瞭解有意義的學習中所提到的聯結內化歷程，本小節將由訊息處理理論來探討個體內在的心智活動，以說明個體知識的建立過程。

一、訊息處理理論的內涵

Lindsay & Norman(1977)提出「訊息處理理論」(Information-Processing Theory)，藉由電腦處理資訊的流程來瞭解、解釋人類在環境中，如何經由各種感覺、引起注意、進行辨識、轉換訊息、存儲與提取記憶等內在心理活動，以學習並運用知識的歷程(蘇育任，1996)。簡言之，訊息處理學習論在說明人類心智活動的內在歷程。多位學者如：Atkinson & Shiffrin(1968)、Gagné(1985)、Carifio(1993)...等針對訊息在大腦內的歷程，提出訊息處理的模式(張新仁，2003)。研究者認為 Gagné(1985)所提出的模式較能解釋教學時學習者的心理歷程，茲將 Gagné 的訊息處理模式討論於後。

二、Gagné之訊息處理模式

Gagné(1985)認為人類的學習過程，其實是一連串複雜的心智活動。所以 Gagné 根據訊息處理理論所提出的「學習與記憶」的模式，如圖 2-4。

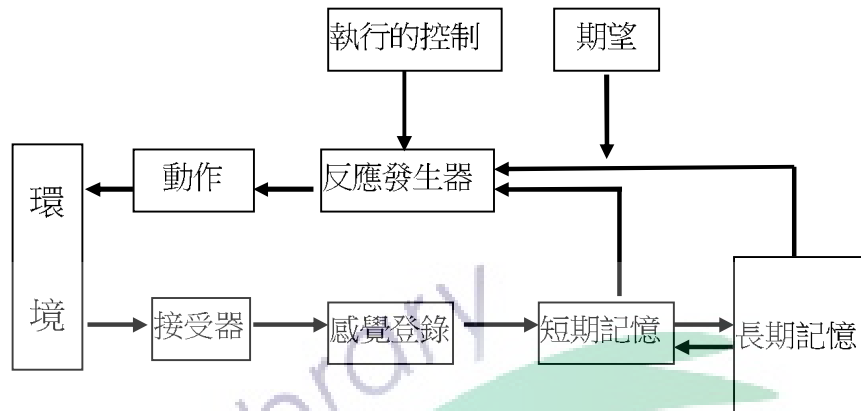


圖2-4 訊息處理理論的學習與記憶模式圖

(Gagné,1985，引自趙居蓮譯，1997)

Gagné(1985)認為當個體的感官系統(接受器)接受到外在的訊息時，即產生了刺激。大腦受到刺激後，對訊息有了感知，將訊息放入感覺暫存區中，進行感覺登錄。訊息可能因不被處理而逐漸消弱遺忘，亦可能被選入短期記憶區中做進一步的處理。但短期記憶區的容量不大，只有 5~9 個單位，所以僅能操作少量資訊。在短期記憶中若資訊因有意的複習，則被編碼送往長期記憶區儲存，否則將會被遺忘。儲存在長期記憶區中的資訊，可能因外在的刺激而被搜尋與提取，經由解碼過程，運用於生活當中。

三、訊息處理的儲存型態

研究者由 Gagné(1985)之訊息處理模式發現訊息處理必經感覺登錄(Sensory Register)短期記憶(Short-Term Memory)及長期記憶(Long-Term Memory)這三個心理歷程。茲分項討論如下：

(一)感官收錄(Sensory Register)

個體經五官(視、聽、嗅、味、觸的感覺器官)接收到來自生活環境的各種刺激後、所引起的短暫記憶。Neisser(1967)指出感官收錄和其他階段記憶不同處，在於 1.保留時間極短：刺激感官收錄時保留時間極短，而不同形式的刺激，保留的時間不同，如：Sperling(1960)估計視覺刺激的保留時間約 250 毫秒；2.保持刺激形式：感官收錄中的記憶仍

保持著刺激輸入原來的形式(岳修平，1998)。感官收錄的作用為保留刺激讓個體抉擇是否處理。若決定處理，則經選擇性知覺，給予以編碼轉換成另一種形式，否則就遺忘(Forgetting)。感官的收錄是選擇性的，個體在選擇時所根據的標準，可能與他的動機、需求以及經驗等因素有關。

(二)短期記憶(Short-Term Memory)

短期記憶又稱工作記憶(Working Memory)，即個體的覺知(Awareness)歷程。短期記憶有兩個特色：1.時間很短：比起感官收錄的時間雖然較長，但如未經複誦(Rehearse)的過程，在十秒內即消失(岳修平，1998)；2.記憶容量小：Miller(1956)認為短期記憶只可保留 5~9 個單位的訊息(張春興，1999)。因為容量小，所以被視為人類在處理訊息的限制。

短期記憶對個體的行為，有兩種重要的作用：1.對刺激進行反應，當反應過後，短期記憶作用結束，記憶即流失，變成遺忘。2. 採用複習(rehearsal)的方式處理重要的訊息，使訊息能保持較長的時間，而後進入長期記憶。

(三)長期記憶(Long-Term Memory)

長期記憶系指將訊息保持長久不忘的儲存地。相較於短期記憶，長期記在時限上的比較長，且短期記憶是限量記憶，而長期記憶是無限的。長期記憶中儲存的訊息或知識，在性質上與短期記憶中暫時儲存者不同。Anderson(1983)儲存在長期記憶中的訊息，可分成兩類為陳述性知識(Declarative Knowledge)與程序性知識(Procedural Knowledge)。陳述性知識為語文所代表意義的記憶，是指有關事實性或資料性知識如：概念、原則、事件本身；程序性知識為生活情節的實況記憶，意即按一定程序理解操作從而獲致結果的知識如操作電腦，解答數學題。(岳修平，1998；張新仁，2003)。

四、訊息處理的運作歷程

由上可知訊息從感覺登錄接受外界刺激所產生的訊息，訊息經短期記憶處理過，最後才貯存於長期記憶區內。本段要探究的為訊息從感覺登錄到短期記憶的選擇性知覺(Selective Perception)歷程、短期記憶到長期記憶的儲存(Store)歷程及應用長期記憶的提取(Retrieval)。(岳修平，1998；張新仁，2003)。

(一)選擇性知覺(Selective Perception)

當進入到了感官登錄的訊息是大量且繁雜的，在如此大量的訊息中，只有少部分是個體所關注需要的。選擇性知覺就是集中注意力，捕獲這特別關鍵的訊息的方法。選擇性知覺會受個體的長期記憶來趨動及引導。所以隨著長期記憶對事件的精練，會縮短選擇性知覺對刺激選擇的時間並增加選擇的正確性，且忽視關鍵的訊息以外，較不重要的背景訊息。訊息經選擇性知覺而進入了短期記憶中。

(二)儲存(Store)

訊息經短期記憶運作後，個體認為訊息很重要，就會將訊息放在長期記憶中，這就是儲存。長期記憶並無法直接儲存訊息，故需先訊息進行將編碼(Encoding)。編碼是個體的心理運作歷程，外在的訊息轉換為內在的儲存形態，以便長期記憶儲存的心理運作歷程。編碼是為了儲存重要訊息，以便往後的應用。

Paivio 於 1986 年所提出的雙碼論(Dual Coding Theory)認為保留在長期記憶內的訊息有兩種形式即語文和非語文的系統，兩個系統專司編碼、組織、儲存以及提取不同類型的訊息，非語文系統處理影像之類的訊息，語文系統則處理語文方面的訊息(黃嘉勝，2004)。

(三) 提取(Retrieval)

提取意指將儲存在長期記憶中的訊息轉換成可運作狀態的心理運作歷程。長期記憶中的訊息亦無法直接使用，必須經由解碼(Decoding)的過程，使被儲存的訊息轉換成可運作的狀態。而訊息的取出和回想，可視訊息儲存時的形式和與已存於長期記憶中之訊息的關係。

總言之，訊息要由短期記憶輸入到長期記憶時，必須由物理事件轉換為心理事件需要譯碼。此時的譯碼過程稱之為編碼(Encoding)；反之訊息由長期記憶輸出時，也必須將心理事件轉換為行為事件，此時的譯碼過程稱之為解碼(Decoding)。譯碼是雙向的，在訊息輸出輸入的過程中，譯碼扮演了十分重要的角色。不過訊息輸出輸入的譯碼是反方向的。個體經編碼的訊息儲存在長期記憶中，經解碼輸出的訊息則經行為表現在個體的反應。

五、訊息處理理論在教學的應用

由之前討論中發現訊息處理理論說明了學習者在學習時的心理運作歷程，亦提供教學者在教學過程中所要注意的事項：

(一)保持學習者的注意力

學習的首要工作即是接收訊息刺激，有訊息的輸入，才有學習。故注意力如學習的第一要事。學習每一瞬間，雖能接收許多刺激，個體的選擇性知覺僅選取其中一種或一小部份產生反應(張新仁，2003)。研究者認為教學者在呈現教材時必須瞭解注意力的以下特性：

- 1.適當性：教材的難度應適中，讓學習者的舊知識與新知識能配合引起選擇性知覺。
- 2.適量性：個體同時只能注意少數的訊息，一次無法大量處理訊息，教材呈現時，不能一次呈現太多訊息，以免學習者來不及注意。
- 3.充分性：若能有效完成學習，學習者會意願持續注意接下來的訊息，較不易受到其他刺激的干擾而分心。所以要讓學習者有充分的時間，充分的練習來完成每一個階段的學習。

掌握學習者的注意力，才能讓學習者接受到訊息的刺激，也才能進行好的教學，所以對教學者而言，能充分吸引學習者的注意力，在教學上就有好的開始。Good & Brophy(1984)提出也對教學者提升學習者注意力的要點(張新仁，2003)：

- 1.教學者應避免教學活動太過單調或不斷重複。
- 2.教學者應經常用不同的音調、表情和教材呈現方式來進行教學。
- 3.教學者呈現教材應簡潔提出教學重點、避免展示太多無關的訊息。
- 4.教學者眼光應不時掃瞄全班，而非少數人。
- 5.教學者應以多數人為主，避免花太多時間解決個別問題。
- 6.教學者應引導學習者參與教學過程。
- 7.教學者應適時得改變學習者在教室座位安排。

(二)學習者訊息的編碼和儲存

學習者要能學習到新的知識，主要的關鍵還是在於訊息可否被長期記憶所儲存。所以對事物的先備知識決定我們賦予事物甚麼感覺和意義的關鍵，能記住訊息並事後應用，端看訊息如何被編碼、記憶。強調事物的意義以及與先備知識的關聯性將是一個有效且有意義的學習方法。知識是日積月累而成，這種學習的累積特性已被大眾普遍接受。所以新知識的理解、吸收，與原已習得的知識有著密切的關係。如前提到的有意義的學習，學習者的先備知識不但同時對其理解新學習素材的程度產生影響，也影響其對外來資訊的興趣和取捨影響。

(三)內在學習歷程與外在教學事件之對應

Gagné (1985)認為學習發生時，學習者訊息處理系統所牽涉到的訊息刺激、心理過程和認知策略稱為內在條件；相對於內在條件，發生在學習者受到外在環境刺激的教學事件，則為外在條件。因此學習活動中須包含內、外在兩種條件酬合才能成功地將認知刺激轉化為長期記憶。是故 Gagné (1985)對整個教學過程提出了九項教學事件，認為學習過程有不同的發展階段，為達到最好的教學效果，教學過程就必須依照學習者的內在學習歷程，而設計不同的教學事件，使其與內在的學習歷程相配合。學習者內在學習歷程分為下列九個階段：1.注意力警覺、2.期望、3.檢索至工作記憶、4.選擇性知覺、5.語意編碼、6.反應、7.增強、8.線索恢復、9.類化。與外在教學事件的對應整理如表 2-2(沈中偉，2005)。

表 2-2 內在學習歷程與相對應之外在教學事件

內在學習歷程	外在教學事件	教學活動實例
1.注意力警覺	引起注意	使用突然的刺激(如問問題、使用媒體)
2.期望	告知學習者學習目標	告知學習者在學習後能做什麼
3.檢索至工作記憶	喚起舊知識	要學習者回想過去所學的知識與技能
4.選擇性知覺	呈現學習教材	顯示具有明顯特徵的內容
5.語意編碼	提供學習輔導	提出有意義的組織架構
6.反應	引發行為表現	要求學習者參與討論
7.增強	提供回饋	給予訊息性回饋
8.線索恢復	評量行為表現	評量行為表現
9.類化	加強學習保留與遷移	設計類似情境做學習或複習本單元

資料來源：引自沈中偉，2005，p81

訊息處理論在教學上的應用十分的廣泛，目前國內進行教案設計時的流程都以引起動機開始，注意力的重要性由此可見一般。在此學習者的先備知識又再一次的討論到，所以能夠因材施教對教學者及學習者而言是十

分重要的。為能達到學習的成效，教學者在教學時能配合學習者內在學習的歷程來設計教學活動，並依 Gagné (1985)所提出的教學九事件來檢核自己的教學活動，俾能提升教學的成效。

六、小結

科學認知概念的形成，即從環境中得到新事物的訊息，科學概念的教與學即是人類處理、思考、記憶、理解、應用這些環境訊息的過程。因此以訊息處理模式解釋學科概念的學習，是了解學習者認知過程的一個重要方法。簡言之，科學概念要能夠為人所記憶、思考、理解、應用，必須在刺激經過選擇性知覺時引起個體的注意力，如此才能進到工作記憶。經編碼後，與長期記憶中的相關舊概念產生聯結，再儲存到長期記憶中。訊息處理理論說明學習者於學習時的心理認知歷程，使教學者能利用這些認知歷程的特性，來加以設計教學活動，增進學習者的學習效能。教學者在進行教學活動時，應適時且有意義的加入新奇有趣的元素以吸引學習者的注意力。且提供許多的例子來加強這項新生的聯結。教學過程中也要避免一次教授太多課程或概念，讓學習者有充分的時間進行編碼儲存，以免新知識來不及與舊經驗結合造成教學成效不彰。

第二節 教學傳播相關理論

教學的過程就是訊息的傳播過程，了解傳播的過程有助於進行在教學活動時，將完整的學習訊息傳遞到學習者。本節將討論戴爾視聽教育學說、Shannon-Weaver(1949)的傳播模式及 Schramm(1954)傳播模式以進一步了解傳播的過程。

一、戴爾視聽教育學說

戴爾(Dale, 1969)將媒體學習經驗設計成經驗的金字塔(Cone of Experience)經驗塔說明了學習過程是由具體而抽象、循序漸進。經驗的金字塔以簡單的模式呈現出教學媒體所能提供學習經驗的具體程度，提供教學者在媒體選擇時的參考(沈中偉, 2005)。其結構如圖 2-5。

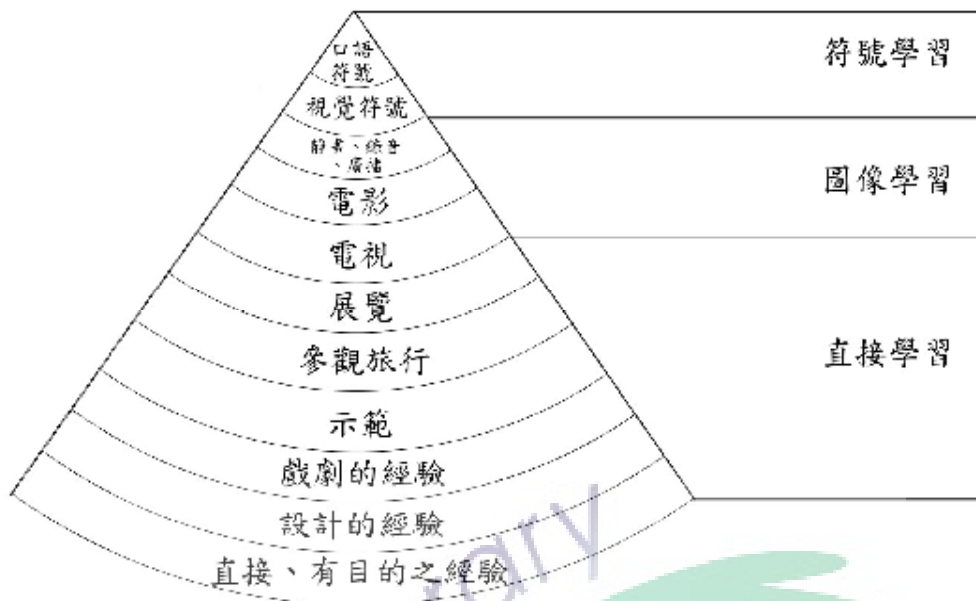


圖 2-5 戴爾(Dale)的「經驗的金字塔」"Cone of Experience"

(Heinich, Molenda, Russell, & Samaldino, 1999, p14)

茲將「經驗的金字塔」中不同的層級的「經驗」敘述於後(國立教育資料館，2003)：

(一)直接、有目的的經驗(Direct Purposeful Experiences)

藉由有意識而直接的活動所得到的經驗如：接球、騎腳踏車、實驗的操作...等。

(二)設計的經驗(Contrived Experiences)

即「模型的經驗」，而模型可將具體的呈現。當實際事物不易或不便進行直接觀察時，展示能代表實際事物的模型，使所代表的事物更容易理解。如：DNA 雙股模型。

(三)戲劇經驗(Dramatized Experiences)

將真實經驗汰除無意義的部份並強調有意義經驗後，進行重新編排，由學習者扮演，來獲得相關的經驗。如：話劇演出。

(四)示範(Demonstrations)

將事物發生的過程及操作的步驟在學習者前加以演練示範，使學習者瞭解事物進行的方式。如：教學者示範實驗操作。

(五)參觀旅行(Sudy Trips)

讓學習者從旁觀察他人的工作，重點放在過程中的各種動作及所

代表意義，不能干預或變更事物，如：參觀發電場。

(六)展覽(Exhibitions)

分為「現成的」與「自製的」展覽，後者由教學者輔導學習者從計劃、製作到展出。結合直接與間接的經驗，對培養學習者的手腦並用與創造能力有極佳的成效，如畢業展。

(七)電視與電影(Television and Motion Pictures)

電視與電影具備具體、真實、顯著、戲劇、啟發及清晰的特性，且使用時可強迫學生注意、並且可重複放映，使學生詳細觀察後而獲得瞭解。以目前的科技而言，電視與電影之間的差異並不大。而動畫也越來越普遍，動畫不但具備電視與電影的具體、真實、顯著、戲劇、啟發及清晰等特性，也可使抽象的事物形象具體化，將教材的重點萃取呈現，並將內容經適當設計和安排後、更易於直接經驗而能了解。如卡通，對流動畫。

(八)錄音、廣播與靜畫(Radio, Recordings, Still Pictures)

包涵了聽覺與視覺類的教學媒體，聽覺類的教學媒體如英語教學錄音帶，視覺類的教學媒體不同於動畫，只是靜態的呈現如掛圖。

(九)視覺符號(Visual Symbols)

以代表事物的抽象符號作為教學的媒介。如：文字、數學符號。

(十)口述符號(Verbal Symbols)

口述符號所代表的事物已不再有實際形體，而只是言語的交換。口述符號是由感官經驗演進到純粹符號來代表的絕對抽象經驗。如：講述式教學。

「經驗的金字塔」由最低層的具體經驗，至最上層的抽象經驗。低層的經驗給學習者的學習效果最佳，記憶也保留較持久；而高層的抽象經驗則學習效果不佳，記憶保留也較差。「經驗的金字塔」與布魯納(Bruner)認知理論的動作表徵期、圖像表徵期、和符號表徵期可相互呼應。動作表徵期主要是讓學習者產生「由做中學」的經驗，對應到「經驗的金字塔」則含括了金字塔底層的四項經驗：直接或有目的的經驗、設計的經驗、演劇的經驗及示範；圖像表徵期主要提供學習者「由觀察中學」的經驗，對應到「經驗的金字塔」則包含了金字塔中層的四項經驗：有參觀旅行、展覽、電視電影、錄音或廣播或靜畫；最後為符號表徵期提供學習者「由思考中學」的經驗為主，對應到「經驗的金字塔」則包括了金字塔頂層的二

項經驗，分別為視覺符號、口述符號。(黃世傑，1996)。「經驗的金字塔」所提供給教學者的啟示有五點：

- (一)「經驗的金字塔」最底層的經驗最具體，越往上升，則越趨抽象。
- (二)教學時，應從具體經驗入手，逐步進到抽象。
- (三)教學活動中不能只有具體經驗，應向抽象經驗發展。讓學習者能由「由做中學」發展到「由思考中學」。
- (四)學校中應使用各種教學工具，使抽象的教學內容在呈現時更為具體，進而達成的抽象學習。
- (五)位於塔中層的視聽教具，更能給學習者相較視覺、口述符號具體和易於理解的經驗。又無金字塔底層的經驗在實施時有許多時空的限制。為很好的教學呈現載具。

「經驗的金字塔」說明教學者應多採用讓學習者有實際操作實物，或實際經驗某事物的教學方式，盡量減少僅使用抽象的視覺符號與口述符號的單一學習管道。

二、Shannon-Weaver 的數學傳播模式(Mathematical Theory of Communication)

Shannon & Weaver 於 1949 年利用數學的理論，發展了數學傳播模式(Mathematical Theory of Communication)。此傳播模式原為一單向的傳播模式，加入了反饋系統，並引伸其含義，用來解釋一般的人類傳播過程。數學傳播模式將傳播的過程分成七個要素。如圖 2-6：

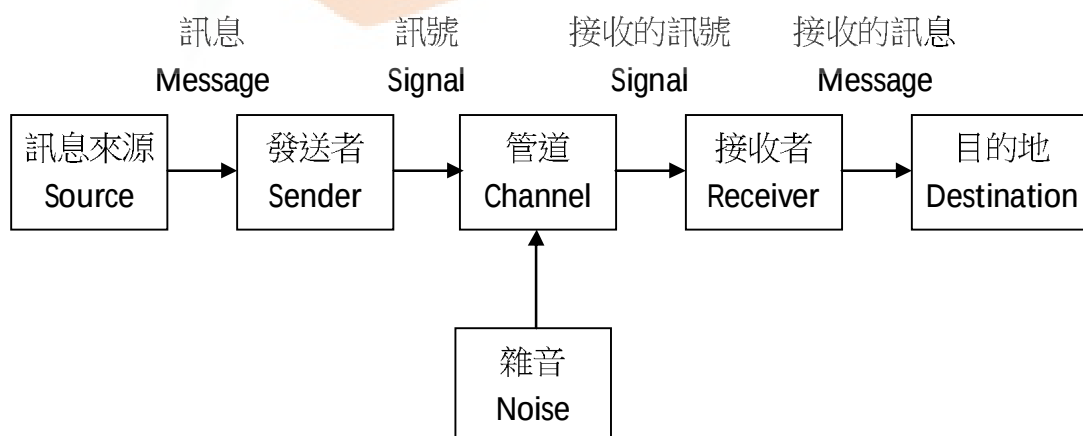


圖2-6 Shannon-Weaver 的數學傳播模式圖

(修改自劉炫志，2003，p9)

發送者從訊息來源 (Source)中選出準備傳播出去的訊息(Message)，將訊息編碼轉動作、表情、圖畫、文字、影像、話語等表徵訊號傳給接收者 (Receiver)，而接收者必須透過閱讀、觀看、聆聽等管道(Channel)來接收訊號。接收者以自我的認知表徵來譯出訊號所代表的義涵。最後再將意見回饋(Feedback)給訊息來源。在傳播過程中存在雜音，雜音會影響到訊息來源、訊息、訊號、管道及接收到的訊號與訊息，造成發送的訊息與接收到的訊息之間產生差異。訊息經發送者編碼後即產生訊號。接收者收到訊號後則進行解碼。編碼與譯碼時，不免摻雜發送者與接收者的主觀成份。於是訊息不等同於原訊息所承載的「內容」，這種差異難免會影響到我們的溝通和學習(謝清俊，2003)。

三、Schramm(1954)傳播模式

Schramm(1954)修改 Shannon-Weaver(1949)的傳播模式後，提出自己的傳播模式。認為傳播者會依自己的經驗將要傳達的意念製碼成訊息，接受者亦以自我的經驗為工具將所得訊息譯成意念，完成傳播。訊息在傳播中可能被許多不同的因素干擾或改變，例如在教室中的吵雜背景聲、黑板反光...等(羅綸新，2002)，這些干擾稱為雜訊。雜訊可能造成訊息無法正確的傳達，所以傳播時要儘可能減少雜訊的產生，讓訊息正確完整的被受訊者接收。其模式如圖 2-7：

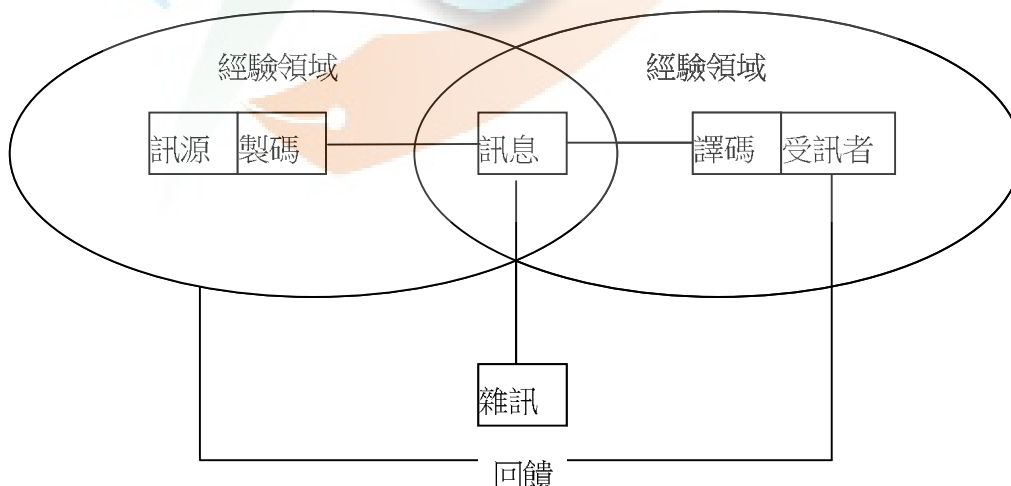


圖2-7 Schramm傳播模式圖(修改自羅綸新，2002，p53)

教學的過程也是一種傳播(沈中偉，2005；羅綸新，2002)。在進行教學時，教學者會根據本身的經驗將所要教授的概念發展成教學表徵，學習者

則利用自身的認知表徵來進行學習。教學者所發展的教學表徵能與學習者的認知表徵越能結合，就更能使學習者產生有意義的學習。

四、教學傳播模式

基於上述理論，研究者綜合 Bruner(1966)的認知表徵論、Shulman(1986)的教學表徵、Ausubel(1963)的有意義學習、訊息處理論及 Schramm(1954)的傳播模式發展出教學傳播模式，如圖 2-8：

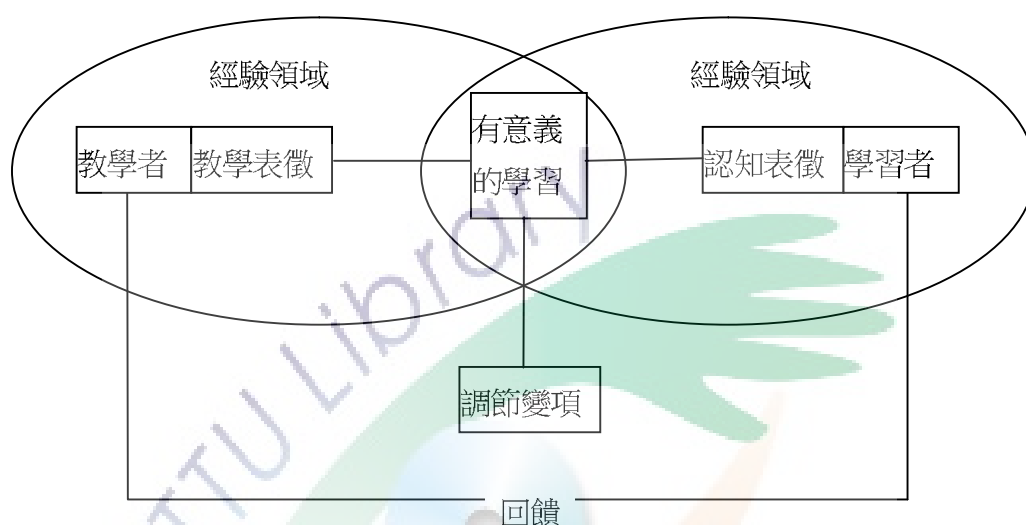


圖 2-8 教學傳播模式圖(研究者自行整理)

由圖 2-8 可知，教學者依自己的經驗將概念轉化成教學表徵，這個過程即是編碼。不同的教學者或不同的經驗領域會產生不同的教學表徵，所以同一份教材給不同的教師或同一教師隨著教學年資的不同，所設計的教學表徵也會不同。學習者透過有意義的學習，以認知表徵將概念解碼獲得新的概念，學習者對自我的認知表徵能更精熟，將使解碼過程更精確、更有效率。新的概念利用前導組織與個人的舊經驗產生聯結，藉由漸近分化及調合統整的程序融入舊經驗中，使舊經驗得以拓展，整個過程即為有意義的學習，其過程如圖 2-9：

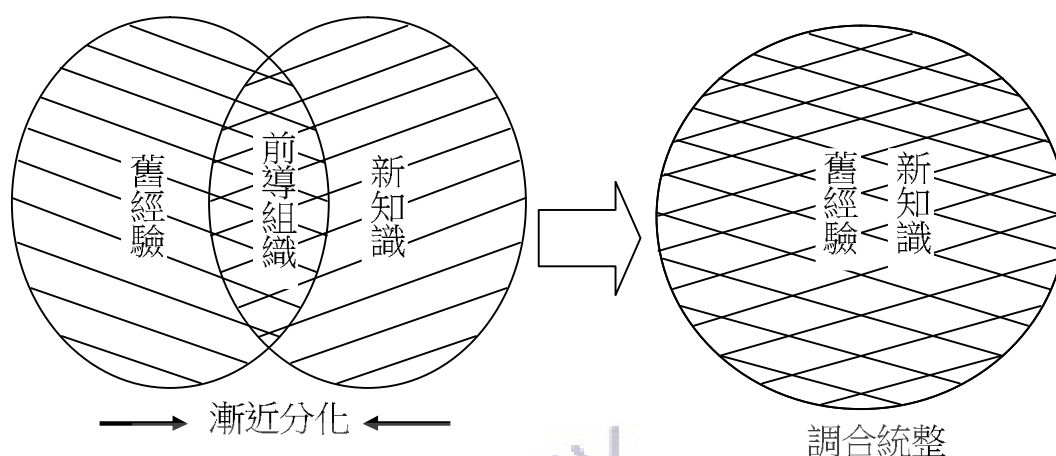


圖2-9 教學傳播模式的有意義學習概念圖(研究者自行整理)

教學者在教授過程中，觀察收集學習者的各種反應形成回饋，包含上課反應、評量成績、作業...等。教學者將這些回饋解碼後成為自己的經驗領域，作為調整教學表徵的依據。在教學者呈現教學表徵及學習者以認知表徵學習時，可能會有若干的調節變項例如：學習者的學習動機強弱、教學的環境良窳、教學表徵與認知表徵配合的程度...等，都會影響教學成效(有意義的學習)。

綜上所述，教學傳播模式應可解釋教學的傳播過程。並依此模式認為教師在編製教學表徵時，應注意是否能與學習者的認知表徵及經驗領域作聯結，減少調節變項的產生。進行教學時，注意學習者的反應，調整教學活動與進度。教學中及教學結束時，針對回饋進行反思，使經驗領域得以廣博及精練，讓教學更優質。而在本研究中，研究者依自己的學科知識與教學經驗所發展的教學表徵，將對流概念以動作表徵來設計出「操作示範教學表徵」，以形像表徵及符號表徵所發展「多媒體展示教學表徵」，並提供學習者的生活經驗來進行對流概念的說明。使教學者在進行教學時，所使用的教學表徵能與學習者的認知表徵相配合，使對流概念的知識訊息傳播能正確的編碼與譯碼，讓對流概念與學習者的舊經驗產生連結，進而達到有意義的學習。而教學者在教學過程中，也應注意教學情境、軟硬體設備、教學技巧、學習者注意力等可能影響知識訊息傳播的調節變項，使調節變項的影響降至最低。

第三節 系統化教學設計相關理論

本研究將以系統化教學設計的理論來設計出「交互表徵教學策略」之可行模式，故於本節深入探究系統化教學設計相關理論，以作為設計「交互表徵教學策略」之模式。

一、系統化教學設計的內涵

系統是指各種要素按一定的層次結構方式相聯繫所構成的具有特定功能的有機整體。Gagné(1985)曾定義教學設計是以系統化的概念來規劃教學系統的過程，教學系統為滿足學習需求有效的安排教學資源與教學流程。Merrill, M.D., Drake, L., Lacy, M.J., & Pratt, J. (1996)則進一步指出，教學設計應包含四個重點：1.教學設計是開發出能使學習者獲得知識技能的學習經驗與學習環境的技術；2.教學設計為能將整合多種教學策略應用教學的技術；3.教學設計是提供教學活動順利進行所需的學習經驗與學習環境的一種技術；4.教學設計能掌握不同類型知識所需不同的學習條件(盛群力、李志強，2003)；沈中偉(2005)綜合多位學者的看法，指出系統化方法是一種科學方法，將系統的理念運用到教育上以解決學習問題即是系統化教學設計。系統化教學設計可依循的流程，讓較無教學經驗的教師能依據系統化教學設計的原理、方法與步驟來規畫單元教學活動設計，以有效地達到教學目標。研究者認為系統化教學設計為考慮教學活動時，教學者與學習者所需的情境，所經的內外學習歷程而有步驟在呈現出某一完整課程的專業技能。

二、教學設計理論

沈中偉(2005)認為常用的資訊融入教學設計理論有 Keller(1983)的動機理論、Gagné(1985)的學習條件理論及 Reigeluth(1980)的精緻教學理論。而在本次的實驗教學中，研究者將設計重點放在依學習時所發生的事項進行教學設計，與 Gagné 的教學理論相契合，Gagné 的教學理論的主要論點有三：(一)學習結果；(二)學習階層；(三)學習條件。分項討論如下(張新仁，2003；沈中偉，2005)：

(一)學習結果

Gagné(1985)由 Bloom(1956)等人所提出的認知、情意、技能三項教學目標，發展成五種學習結果其內涵為心智技能、認知策略、語文

資訊、動作技能與態度 (張新仁, 2003) :

1. 心智技能(Intellectual Skills)：個體使用符號(包含語言、文字和數學等)與學習中的環境互相作用。而這些符號的運用具有「知道如何做」(Know How)的特質。Gagné(1985)又將心智技能由簡單到複雜分成五類技能，每一技能是建立在先前的技能之上，分別為辨別、具體概念、定義概念、規則、問題解決。
2. 認知策略(Cognitive Strategies)：即是所謂「控制執行歷程」(Executive Control Process)意指學習者管理個人自我學習、記憶、及思考行為的能力包括學習者過去所學的技能，和用來類化新知識及解決問題的程序。Gagné(1985)認為認知策略又包括注意力策略、編碼策略、記憶搜索策略、回憶策略和思考策略。
3. 語文資訊(Verbal Information)：學習者能夠知道事物(Knowing That)並可用語言或文字作陳述 (State)。陳述的訊息包含三種其一為「名稱」(Labels)系指對物體或物群作命題如：人名，地名。；其次為「單一的事實」(Single Facts)意指以口頭或其他陳述方式來表示兩個或更多已命名物體或事實之間的關係，如台北是中華民國的首都。「有組織的知識」(Collections of Propositions that are Meaningfully Organized)為能將獲得的相關知識組織起來，如閱讀一篇故事後，能對故事中的角色與背景環境有一定的認知。
4. 動作技能(Motor Skills)：意即操控肌肉的動作技能，身體的肌肉能快速、精確、有力及流暢的動作。長時間的練習讓動作技能熟練，藉由外在環境的回饋，以改善動作的精確及流暢。如：投籃動作。
5. 態度(Attitudes)：為影響個體動選擇的一種內在狀態，包括了認知層面、情意成份、和行為結果。Gagné(1985)認為認知層面、情意成份雖是行動的心理狀態，但只有作用在行為結果上時，才能被觀察出來，如：選擇果汁而非汽水，選擇短髮而非長髮。

教學者在進行教學前，必先確定教學目標，即希望學習者達到何種學習結果。研究者認為同樣的教材隨著學習目標的不同，教學者所使用教學方式及策略也會不同。例如：要達成心智技能，用問題導向式教學法；要養成合作的態度，可用合作學習。而一次的教學活動不一定只能有一種教學結果，如：學習者分組設計一旅行計畫，可能就可達到心智技能、認知策略、語文資訊與態度的學習結果。

(二)學習階層

Gagné(1985)認為教材是由難中易三個成份所組成的，而教材與教材間是有先後層級性的。教材的安排應有符合邏輯的先後順序。的在教學前，必須先由注意學習者是否已經學會在之前較簡單的教材。之前較簡單教材的學習為目前教材學習的先備知識(Prerequisites)或稱下屬能力(Subordinate Capabilities)，亦是所謂的「基礎能力」。例如：要學習乘法之前必學會加法，要學會加法之前必須要有數數的能力；又如學會寄 e-mail 前必有上網及注音輸入(較能配合學習者先備知識)的能力，上網之前必先要有開機的能力，而注音輸入之前必須有注音的能力。學習者開始學習新的教材時如果沒有先備知識，則可能導致學習新教材的失敗。所以教學者在教學前，必先確認學習者的先備知識，以免學習者產生失敗的學習經驗。

在進行教學設計時，當確定教學目標後，就要分析要達成學習目標的需具備那些的先備知識。這種先備知識是由上而下的，意指分析出完成某件上屬能力學習應先具備的下屬能力有那些？不斷的重覆，直到最基本的下屬能力出現。這種分析先備知識的方法，稱之為「工作分析」(Task Analysis)。在完成工作分析後，會構成能力間的層級架構即是所謂的「學習階層」。以圖 2-11 以學習寫 e-mail 為例，利用工作分析架構出寫 e-mail 的學習階層。

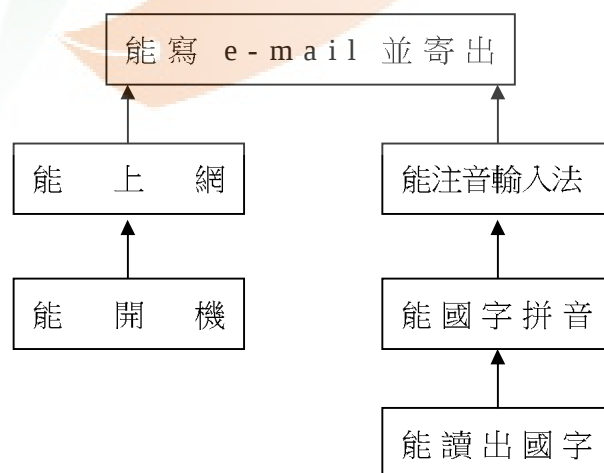


圖 2-10 寫 e-mail 的學習階層圖(研究者自行整理)

在學習階層中，是由上而下來進行分析，上到下的垂直路線代表各個能力間的屬從關係。學習者必先具備下層的能力，才能習得上層的能力。而同一水平的能力，則代表層次相同的能力。

研究者認為在學習階層中也提到先備知識，與先前在有意義的學習中所提到的先備知識是不謀而合的。但對教學的觀點上卻不太相同，學習階層中的先備知識是以學習者的能力來配合教材，即學習者必須具備學習階層上的能力之後，才能進行教材的學習。而有意義的學習中的先備知識卻是以教材來配合學習者，是要提取教材中的上位概念與學習者的先備知識。雖是如此，兩個理論皆認為學習者的先備知識是教學成功的重要因素。

(三)學習條件

Gagné(1985)認為要達成不同的教學結果，都需要不同的教學條件，這些學習條件若存在於學習者的內在心智中，稱為內在條件(Internal Conditions)。反之，存在於學習者的外在環境則稱之外在條件(External Conditions)。內在條件為學習者必要之先備知識與技能以及學習所需要之九個認知學習階段，而外在條件為支持學習者認知歷程的教學活動(Instructional Events)的設計，也是教學者可控制或安排的(趙居蓮，1997)。

學習過程有不同的發展階段，為達到最好的教學效果，教學過程就必須依照學生的內在學習歷程，而設計不同的教學事件，使其與內在的學習歷程相配合。學習者內在學習歷程分為下列九個階段：1.注意力警覺、2.期望、3.檢索至工作記憶、4.選擇性知覺、5.語意編碼、6.反應、7.增強、8.線索恢復、9.類化。每種學習結果的內外學習條件(Learning Conditions)不同。九項教學事件在訊息處理論的小節已略為討論，本段將深入的探究如下：

1.引起注意(Gaining Attention)：即引起和控制學習者注意教學活動。

常用的方式有使用資訊媒體呈現教材，提出學習者有興趣問題，善用肢體動作及臉部表情及改變聲調大小。

2.告知學習者學習目標(Informing Learner of the Objectives)：告知學習者教學目標，即課程結束時學生所應預期獲得的教學結果。目的在於幫助學習者產生學習期望，增加學習者在學習時所投入的心力。

- 3.喚起舊知識(Stimulating Recall of Prior Knowledge)：學習是奠基在相關先備知識，所以利用複習、摘要、再次說明，或先前課程中所獲得的重要概念；或者可提供課程中與舊經驗相近的前導組織，來喚起過去學習過的舊經驗。
- 4.呈現學習材料(Presenting the Stimulus Material)：即向學習者呈現教材。教材呈現的順序應以工作分析的學習階層為參考依據，先呈現容易的部分在引導致困難的部分。呈現時也應將教材的重點部分加以說明提示。
5. 提供學習輔導(Providing Learning Guidance)：教學者後提供學習者學習的策略，使學習者對於教材知識能進入到長期儲存的歷程。學習輔導與 Vygotsky(1978)強調的「近側發展區」(the Zone of Proximal Development)有相同的意涵。
- 6.引發行為表現(Eliciting the Performance)：引導學習者表現行為的歷程。行為表現可以提供學習者學到什麼的訊息，作為教學者掌握課堂進度的依據。
- 7.提供回饋(Providing Feedback)：對學習者行為表現結果提供立即的回饋，讓學習者知道行為表現結果的對與錯使學習者能及時的修正自己的認知策略及學習行為。
- 8.評量行為表現(Assessing Performance)：評量學習者的學習行為表現。評量方式有形成性評量及總結性評量。評量的目的是為了瞭解學習者是否達成學習目標。
- 9.促進學習保留與遷移(Enhancing Retention and Transfer)：促進保留與遷移目的在於使學習的結果能長期的保留，藉由練習強化所學並產生遷移，使學習者能利用所學新知識與技巧解決新問題。

三、常見系統化教學設計模式

一般常見的系統化教學設計模式有 ADDIE 通用模式、Dick & Carey(1996)模式及 ASSURE(1999)模式，茲分項討論如下：

(一)ADDIE 通用模式

ADDIE 通用模式為常用的系統化教學設計模式，提供簡單流程並清楚地呈現過程與階段間的關係，而依據教學設計的邏輯順序，ADDIE 分為五個階段分別為分析(Analysis)、設計(Design)、發展(Develop)、實施(Implementation)及評量(Evaluation)。可適用於一般教學設計，茲分

述如下(張淑萍，2004；李崇誠，2006)：

- 1.分析(Analyze)：(1)學習者分析：分析學習者的起點能力、一般學習特徵與學習風格；(2)課程分析：分析課程內容的知識類型，與其他課程間水平與垂直的關係；(3)教學環境分析：分析學校軟硬體設備及行政支援情形。
- 2.設計(Design)：分析學習者、課程內容及教學環境後，得到教學設計所需的資訊。開始擬定教學目標、所使用的教學法，所需的行政支援。
- 3.發展(Development)：發展教學活動的流程(即教案)，包括課程內容、教學活動及評鑑工具。
- 4.實施(Implement)：將發展出來的教學活動，實際運用在教學現場，紀錄學習狀況以提供修正的參考。而實施教學活動前需留意教學的準備工作。
- 5.評鑑(Evaluation)：教學者在課程結束後，應對學習者進行評量以了解學習的成效，評鑑的面向依教學目標，教學方法之不同而有所不同。

ADDIE 模式可說是一般在進行系統化教學設計的通用模式，而各個階段都有其任務，ADDIE 的五個步驟卻略為簡單，是故有許多學者在因應不同的教學設計需求時將 ADDIE 的模式加以擴展，如下所要所要討論的 Dick & Carey 的系統化教學設計模式，即是 ADDIE 模式的一種變形。

(二) Dick & Carey 的系統化教學設計模式

Dick 與 Carey 的系統化教學設計模式即是根據 ADDIE 模式中所衍生出的教學設計模式。Dick & Carey 根據需求與任務特性，改變 ADDIE 模式中之步驟，創造出新的設計模式，主要的功能是來開發電腦輔助教學軟體系統、數位學習系統等。Dick & Carey 由 ADDIE 模式的五個階段整理成十步驟：1.訂定教學目標；2.分析學習者；3.分析學習內容；4.撰寫學習具體目標；5.設計評量工具；6.發展教學策略；7.選擇與製作教學媒體；8.實施教學；9.運用教學媒體；10.實施形成性評鑑與總結性評鑑；詳如圖 2-11。在整個教學過程中，應隨時實施形成性評鑑，以修正回饋教學設計與教學活動(沈中偉，2005；李崇誠，2006)。

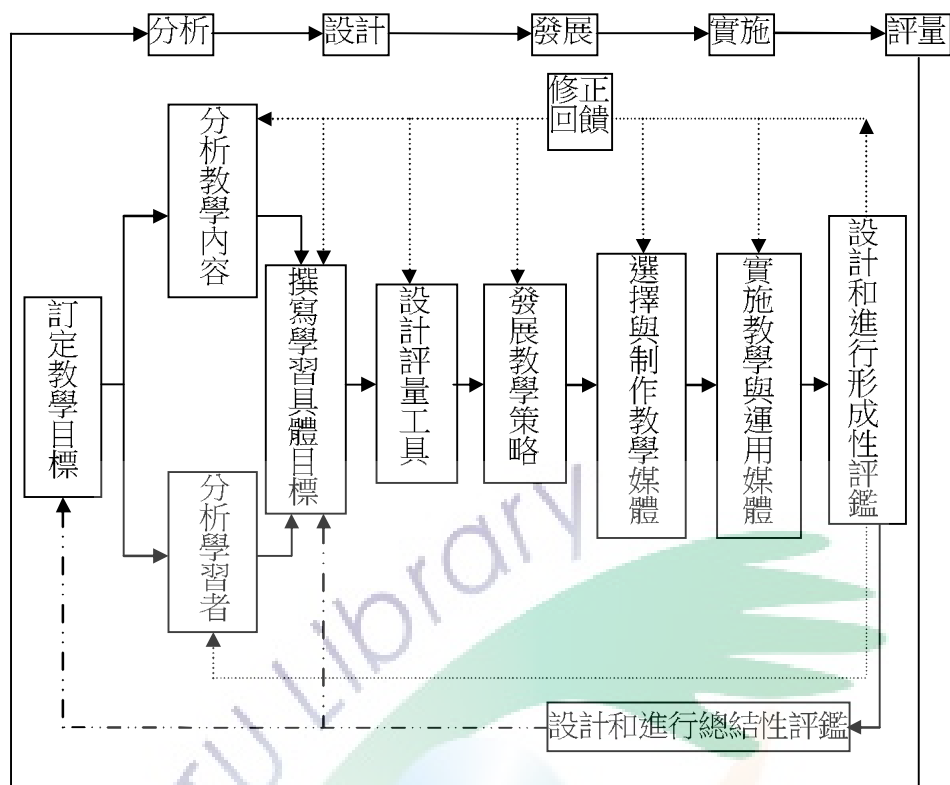


圖 2-11 Dick 與 Carey 的系統化教學設計模式圖
(研究者自行整理，參考沈中偉，2005，p90,91)

如圖 2-11 Dick & Carey 與 ADDIE 模式是相互呼應的，詳述如下：

- 1.分析階段包含訂定教學目標、分析學習者及分析學習內容；(1) 訂定教學目標：教學目標為教學時的核心，所有的教學活動設計及教學策略者都應以教學目標為依歸。教學目標可分為認知目標、情意目標及技能目標三個面向。(2)分析學習者：教乃是以學習者為主體，因此瞭解學習者的特性與需求是是十分重要的，諸如：學習風格、起點行為、先備知識、經驗及期望、學習態度等，。如此所設計的教学活動才能更符合學習者的需要，也才可使學習者達到擬定的教學目標。(3)分析學習內容：學習內容分析主要為瞭解教學的順序與課程內容的深度與廣度使學習者建立完整的知識結構且能有學習的保留與遷移。
- 2.設計階段含括撰寫學習具體目標與設計評量工具；(1)撰寫學習具體目標：學習具體目標撰寫時，應明確指出學習者能達到的外顯行為。

(2) 設計評量工具：學習具體目標來選擇教學評量的方式及工具。

教學評量的方式及工具須是可行且能正確測出學習者是否達成學習具體目標。

- 3.發展階段系指發展教學策略及選擇與製作教學媒體；(1)發展學策略：教學策略與方法只有適當與否，沒有好壞之分，且不限定一種方式。設計教學策略與活動時應考慮學生程度、學習目標與內容等因素。(2)選擇與製作教學媒體：教學為訊息的傳遞，傳遞教學活動訊息的媒介為教學媒體。教學者考慮自我的能力及外在環境的支援，配合教學策略，選擇適當的軟硬體來進行教學活動的設計。
- 4.實施階段則有實施教學與運用教學媒體；(1)實施教學：以教學內容的難易度、順序性、教材單元的多寡等，做為實施教學時的參考。(2)運用教學媒體：依靈活運用教學媒體，使教學過程流暢。協助學習者達成教學的目標。
- 5.評鑑階段即實施形成性評鑑與總結性評鑑；(1) 實施形成性評鑑：教學者要瞭解學習者的學習情況，或做在教學方法上自我修正的參考時，就須實施形成性評鑑；(2)實施總結性評鑑：瞭解學習者在教學階段結束後的學習成效，或是檢驗教學目標是否達成時，則應實施總結性評鑑。教學者後以廣泛而多元的評鑑方式，由多個層面的收集學習成效，使評鑑結果更客觀可信。

(三)ASSURE 模式

Molenda、Heinich 和 Russell(1982)為了利用視聽媒體輔助教學，發展 ASSURE 模式(張霄亭, 2002)。ASSURE 模式為學習者分析(Analyze Learner)、撰寫目標(State Objectives)、選擇媒體與教材(Select media and materials)、利用媒體和資料(Utilize Media and Materials)、要求學習者參與(Require Learner Participation)及評鑑與修正(Evaluate and Revise)六大步驟，提供想利用資訊融入教學者設計發展的依據。

- 1.A—學習者分析(Analyze Learner)：教學者應從學習者的一般特性、對教學主題相關的知識、技能和態度，以及學習風格來分析，以便選擇最合適的教學媒體從而達成教學目標。
- 2.S—撰寫目標(State Objectives)：教學者應明確地編寫教學目標，以利選擇合適的教學媒體、方法及策略。並決定評鑑的工具與方法。

3.S—選擇媒體與教材(Select media and Materials)：教學者可依現有的內外資源，考慮修改現有教學媒體或選擇下發展新的教學媒體。

4.U—利用媒體和資料(Utilize Media and Materials)選擇了合適的媒體後便應按步驟運用。在教學前應先佈置環境，備妥所需的器材；教學者也應親自試用媒體，熟悉軟硬體操作；在授課時靈活運用教學媒體，並掌握學習者高度的注意力和學習興趣。

5.R—要求學習者參與(Require Learner Participation)：在教學的過程中教學者要適時的激發學習者的參與並提供回饋。教學者應運用善用媒體透過不同的活動，提高學習者參與的意願。

6.E—評鑑與修正(Evaluate and Revise)：當完成教學活動後，教學者必須評量教學的成效，依據評鑑的結果來修正調整教學設計和媒體。使教學媒體可以不斷的進步與發展。

四、資訊科技融入教學的參考模式

劉世雄(2003)也因應目前國內融資訊科技融入教學的需求，發展三種不同的資訊科技融入教學的參考模式，分別為(一) 教學資源模式(二) 科技情境模式(三) 科技整合模式，其特色整理如表 2-3：

表 2-3 資訊科技融入教學的參考模式摘要表

模式名稱	資訊科技在教學中的角色	適用的學習活動	常用的教學策略
教學資源模式	提供教學資源，輔助教師教學	補充教學素材不足之處，擴展其學習經驗	操作與練習、教導式媒體、舉例示範與呈現媒體
科技情境模式	提供學生完成學習任務的情境	專題型、問題型需要探究教學的教材內容	探究教學、問題解決、情境模擬、遊戲式學習
科技整合模式	提供數位科技遠距的功能整合融入教學過程中。	培養學生與他人交流、突破時空限制的學習；以及考慮依自我進度學習	合作學習、討論、整合式學習系統

資料來源：研究者自行整理，參考劉世雄，2003，p30

對於三種模式有了初步的瞭解後，茲將分項討論如下(劉世雄，2003)：

(一) 教學資源模式

以教學者為主體，資訊科技主要是提供教學資源，輔助教學者教學。認為此模式可為運用在講述示範、呈現媒體以及提供學習者操作與練習的機會。教學資源模式的教學步驟摘要可歸納為：

- 1.分析目標與教材內容，提出可以促進學生理解學習知識的可能性素材。
- 2.選擇教學資源。
- 3.安排教學活動。
- 4.提示學習內容知識概念。
- 5.呈現媒體與聲音的解說。
- 6.教師提問與學生回饋(監督與回應)。
- 7.重複第 5.6 步驟。
- 8.教學評量。

(二) 科技情境模式

以學習者為主體，資訊科技主要是提供學習者完成學習任務的情境，讓學習者在教學者所設計的學習任務中解決問題與思考。科技情境模式的教學步驟摘要可歸納為：

- 1.分析目標與教材內容，提出可以刺激學生知識建構的學習活動。
- 2.選擇媒體或科技設備。
- 3.提示學習內容知識概念。
- 4.確認或指導學生的資訊操作技能與訊息瀏覽技巧。
- 5.給予學生學習任務。
- 6.學生實際操作與探索，教師監督與回饋。
- 7.學生發表初步結果(或提出假設)，再重新組織。
- 8.重複第 6.7 步驟。
- 9.學生呈現成果報告或教學評量。

(三) 科技整合模式

跨越時空限制為主要特色，資訊科技扮演提供遠距的功能整合融入教學過程的角色。換句話說，科技整合模式即是一種整合遠距教學與實體教室教學的一種教學模式。科技整合模式的教學步驟摘要可歸納為：

- 1.分析目標、教材內容與瞭解系統平台的適合度。
- 2.安排課程計畫，製作或選擇教學媒體。
- 3.確認或指導學生的資訊技能及線上互動的能力。
- 4.教學並給予學習任務。
- 5.安排互動討論的方法(角色)、問題(任務)與回饋。
- 6.隨時監督(系統記錄)，提供協助。
- 7.重複第 4.5.6 步驟。
- 8.學生呈現成果報告或教學評量。

劉世雄(2003)認三種教學模式仍不脫離目標分析、學前評估、教學活動、評量等教學設計的論述。教學步驟並非一成不變的，因應學習者不同的需要或環境上的差異而略做調整或回饋修正，才能發揮資訊科技的優勢來進行教學，提升學習成效。

五、小結

綜合上述的教學設計模式，發現了在進行教學設計時有三個主要的基本元素，分別為教學者、課程內容及學習者。各元素間互相影響，研究者將其互動關係分析整理成圖2-12。

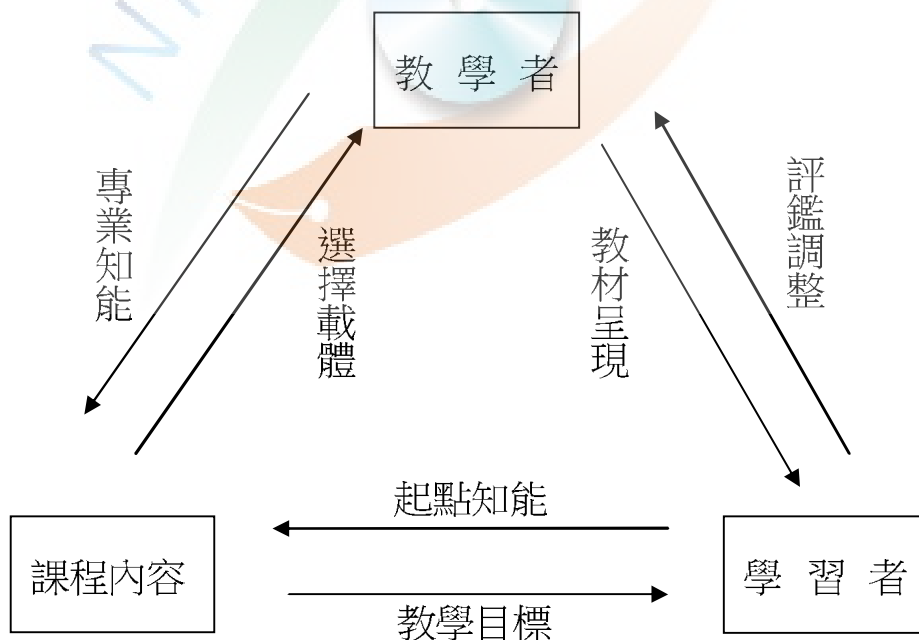


圖2-12 教學設計元素互動概念圖(研究者自行整理)

由圖2-12可知教學者、學習者與課程內容的在進行教學時的互動關係主要有六種，分述如下：

(一) 教學者之於課程內容-專業知能

教學者以本身的學科知識對於課程內容的進行「工作分析」，包含水平與垂直的分析，並根據課程內容的難易度來安排教學活動的先後順序，最後能將課程內容中的上位概念提取出來，以便與學習者的先備知識做結合。

(二) 課程內容之於學習者-教學目標

每一次的學習者都應有教學目標，教學目標提供了學習者學習的方向。而隨著課程的內容不同，所要達成的教學目標也會有差異。教學目標基本上應包含認知、情意及技能三個面向。

(三) 學習者之於課程內容-起點知能

起點知能包含了學習者的先備知識，認知風格、一般學習特徵等。學習者的起點知能必須能與課程內容相配合才能使教學順利進行。

(四) 課程內容之於教學者-選擇載體

教學者會根據課程內容選擇適當的教學載體。教學載體包含了硬體如教學媒體、教學設備等；軟體如教學策略等。

(五) 教學者之於學習者-教材呈現

教學者在教學時必須靈活的運用各種教學載體來呈現教材，讓教學活動能順利的拓展進行。

(六) 學習者之於教學者-評鑑調整

學習者在學習前中後，必須有評鑑來了解，學習者具備了什麼、學習了什麼、是否注意到教學的重點。藉由評鑑的反饋，讓教學者能調整自己教學的活動。

由上述的討論可知元素與元素間有其特殊的互動關係，三個元素會因互動的情形而有所調整修正。舉例來說：當教學者發現學習者一問三不知時，會思考是否在教材呈現時是否不當，教材不當是否因為選擇不當的教學載體。如此反推思考後，發現原來是教學策略使用不當，教學者找出原因後再進行教學活動的調整。是故，元素間的互動關係並非一成不變而是環環相扣相互影響，為一個處在動態平衡的活性系統。研究者在發展「交互表徵教學策略」的模式時，將以這三大學習要素與六種互動關係作為設計模式時的重要參考。

第四節 多元表徵交互應用策略之理論架構與模式

一、多元表徵交互應用策略的意涵

陳昆益(2006)指出「交互表徵教學策略」是在教學的前中後，教學者考慮教學情境、學習者準備及場域脈絡，交互運用以科學教具、圖像圖卡、實體模型、現場探勘、實驗操作、圖解、解釋、示範、舉例、對談……等呈現的「具體形式之教學表徵」及虛擬實境、概念動畫、符號表徵、影像閱覽、說明圖示、類比、隱喻……等呈現的「抽象形式之教學表徵」，達成有效教學之目標。交互表徵教學策略之結構如圖2-13：

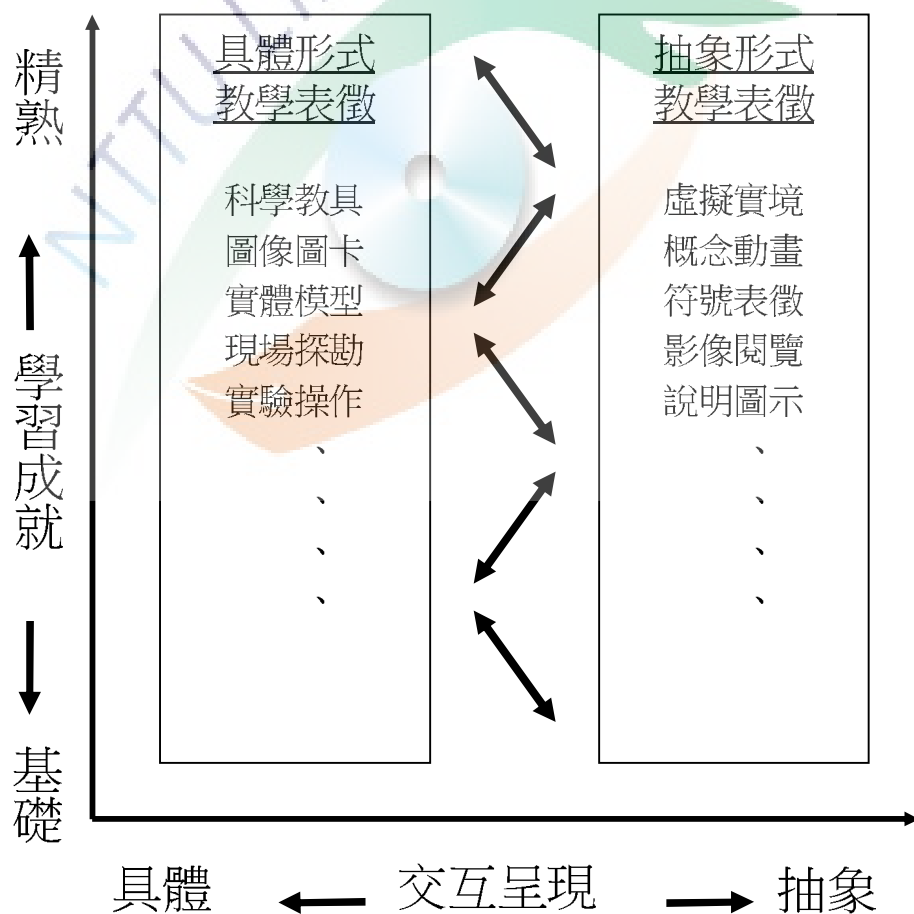


圖2-13 交互表徵教學策略概念圖(轉引自陳昆益，2006)

而研究者依Dale (1969)的經驗金字塔中發現，所謂的具體與抽象是相對性的並非絕對性的。舉例說：觀察教學者操作示範的學習經驗對於觀看多媒體教學動畫的學習經驗而言是較具體的，但是相對於學習者自行操作、直接、有目的的學習經驗卻變成是抽象的經驗。在不同的教學單元，同樣形式的教學表徵在應用時，可能扮演不同的角色。所以只用抽象與具體來對教學表徵作區分是比較概略的，無法精準的描述出教學現場應用教學表徵時的實際情況。教學表徵的屬性應是相對而非絕對的。由上論述，研究者認為用「較具體形式的教學表徵」與「較抽象形式的教學表徵」更能表現出教學表徵的屬性。

而隨著時代的進步，教學者可以提供給學習者的教學表徵形式也越來越多元化，Dale (1969)的經驗金字塔也漸漸的不能夠將目前學習者在教學現場可獲得的學習經驗表示出來，例如說：網路博物館，互動式網頁...等科技化的教學表徵。因此研究者覺得利用具象程度這個向度來表示教學表徵，已經無法將教學表徵能提供給學習者的學習經驗完全表示出來。

「互動性」(Interactivity)是傳統面對面教學的基本特徵與優勢之一；隨著資訊科技的日新月異，互動性的優勢已不再是一般教學的專利，在各種形式的資訊融入教學中，互動性已然成為要角(周倩、張芳崎，2002；薛雅明、徐玉瓊，2005)。

Taylor(1998)發現在學習活動裡存有社會的(Social)與個人的(Individual)兩種互動的形式。社會的互動系指師生或學習者同儕間的互動；個人的互動則指學習者與教材之間的互動，教材包括書本、錄音帶、錄影帶或電腦輔助學習課程等(湯宗益、廖莉芬，2003)。

總言之，互動性是資訊融入教學時，教學者在設計教材所必須考慮的重要因素。教學表徵即是教學者對教材理解後的呈現。故研究者認為應加入互動性高低這個向度來協助說明教學表徵的屬性，互動性的高低則應依即時性與可操作性來判斷，其概念整理如圖2-15。

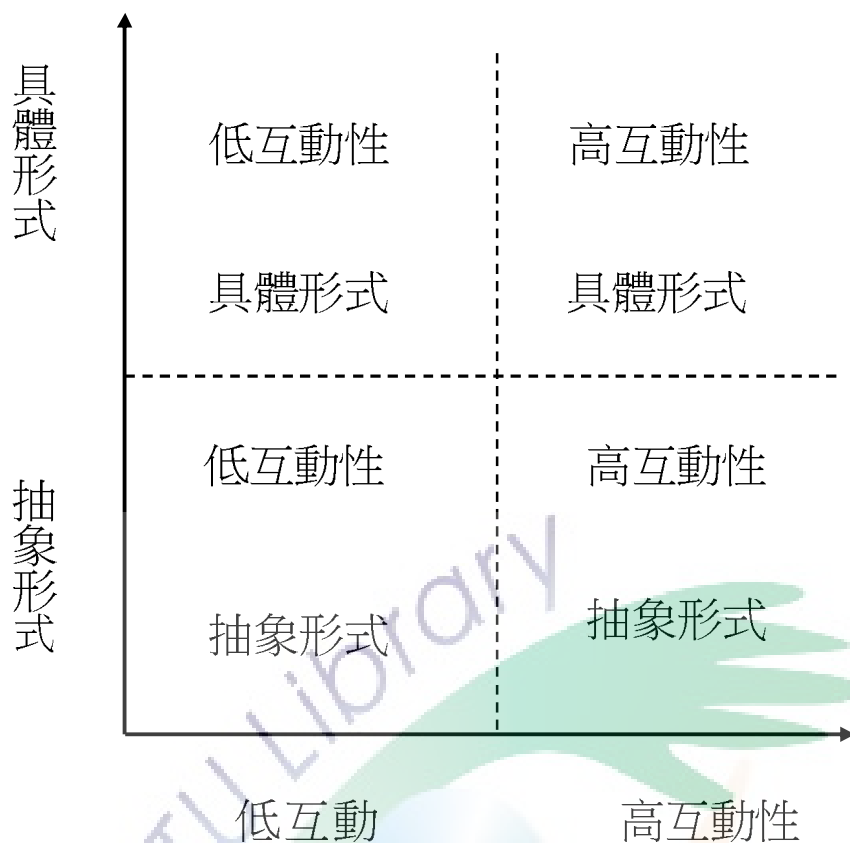


圖2-14 教學表徵屬性圖(研究者自行整理)

由圖2-14可知教學表徵依其屬性概分成具體化高互動、具體化低互動、抽象化高互動與抽象化低互動，茲分項討論如下：

(一) 具體化高互動

為具體形式，且學習者與教學者、教學表徵間的互動性高。例：教學者一對一指導學習者學習游泳。

(二) 具體化低互動

為具體形式，但學習者與教學者、教學表徵間的互動性低。例：學習者觀察教學者操作具危險性的實驗操作。

(三) 抽象化高互動

為抽象形式，但學習者與教學者、教學表徵間的互動性高。例：互動式網頁，即時通。

(四) 抽象化低互動

為抽象形式，但學習者與教學者、教學表徵間的互動性低。例：函授學習。

以上討論及的四個類別只是概略分類，因為抽象到具體是一個連續的變量，互動性亦然。教學表徵的屬性是相對而不是絕對的，當教學表徵越具體化越高互動，帶給學習者的學習經驗越真實，但教學表徵所含的訊息也就越多，而教學所要使用的資源、時間也就越多，因此會受到許多時空的限制；反之越抽象化越低互動所須的教學資源、時間相對的減少，也不易受到時空的限制，但學習者須有較高的認知表徵能力，才能進行有意義的學習(張霽亭，2002)。

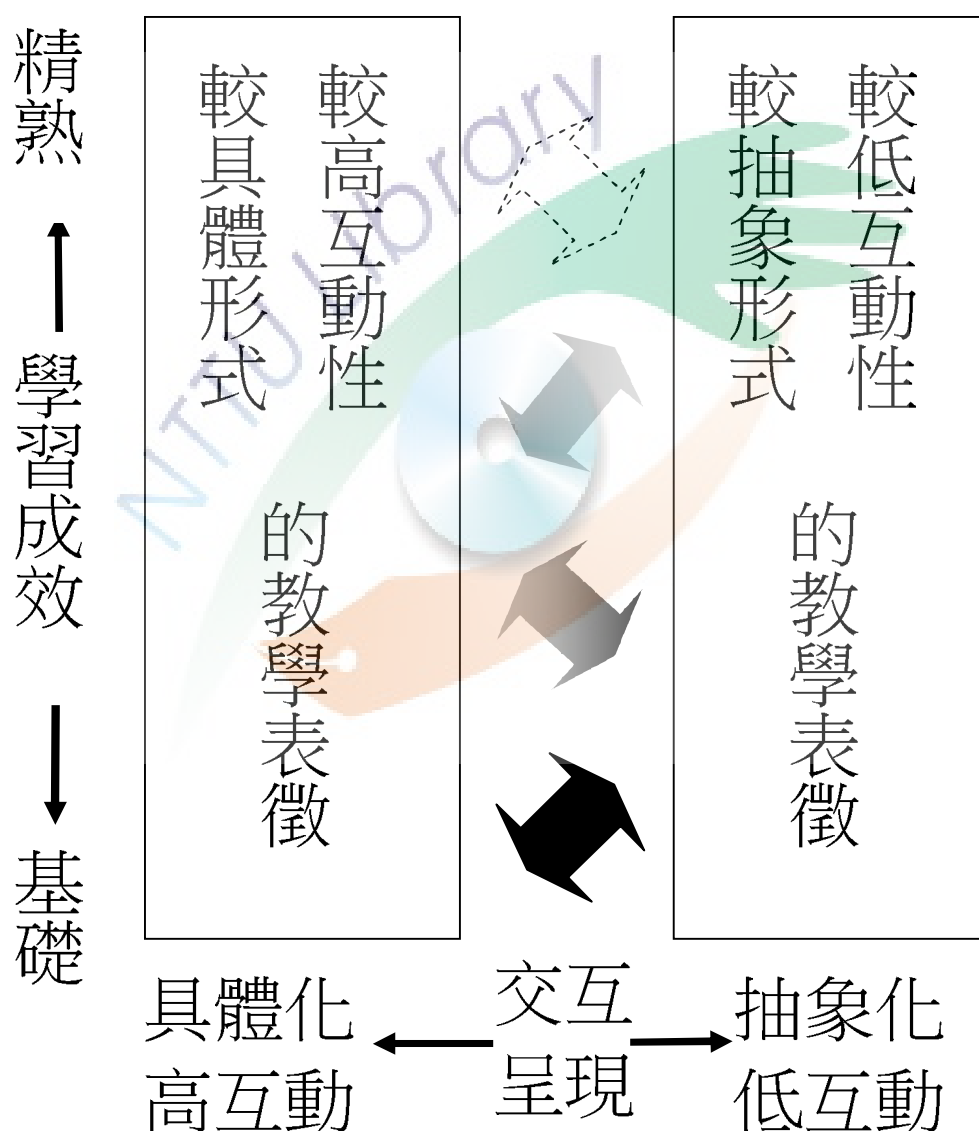


圖2-15 多元表徵交互應用策略概念圖

(研究者自行整理，參考自陳昆益，2006)

陳昆益(2006)所發展的交互表徵教學策略，將教學表徵分成具體及抽象兩個類別。研究者基於上述討論，認為教學表徵都是特別的，專一的並與課程有著不可分的關係。因此應用教學表徵時，必須要考慮多元的因素如學習者經驗、教學情境、教學時間、教學資源...等。是故，研究者彙整以上想法後，對交互表徵教學策略有了新的認知，為了與先前的研究發現有所區別，將交互表徵教學策略修改為「多元表徵交互應用策略」，整理如圖2-15。在教學時，反覆呈現教學表徵，達到使學習者達到學習的成效。呈現的次數視教學活動的現場的情況而定。呈現的順序亦以課程的特性、學習者需求及教學情境為最大考量。而依Gagné(1985)的學習階層論，原則上應以較具體化與較高互動的表徵先呈現，再呈現較抽象化與較低互動的表徵。

二、「多元表徵交互應用策略」之理論架構

「多元表徵交互應用策略」之理論基礎涵括了認知表徵理論、教學表徵理論、有意義的學習理論、訊息處理論、教學傳播理論、學習階層論及學習條件論。認知表徵理論說明個體經由認知表徵來習得外界知識。學習者的表徵能力決定學習者所能學習到的知識表徵；教學表徵理論則指出教學者在進行教學活動時是利用教學表徵來進行教學的，教學表徵是由教學者經由自身的認知架構中所萃取出來的；有意義的學習是以學習者的先備知識為主體，依課程內容發展前導組織，使學習者進行漸進分化及統整調和的學習歷程，達到學習目標；訊息處理論則說明了學習者在進行學習時的心理歷程；學習階層論提供在教學時，課程教材呈現的原則；學習條件論指出教學時應配合學習者的學習心理歷程設計出教學活動；而教學傳播理論則說明了在進行教學活動時，教學者與學習者的互動歷程。

應用「多元交互表徵教學策略」，教學者必須先考慮學習者的特性(認知表徵理論、有意義的學習理論及訊息處理論)、課程內容與目標(有意義的學習理論與學習階層論)、設計出教學表徵與教學活動(教學表徵理論、有意義的學習理論、訊息處理論、學習條件論和教學傳播理論)。教學活動進行時吸引學習者的注意(訊息處理論)，以多元的呈現方式並交替展示教學表徵(有意義的學習理論、學習階層論、學習條件論、教學傳播理論)，增加學習者的印象(有意義的學習理論、學習條件論及教學傳播理論)，達到學習的成效。

三、「多元表徵交互應用策略」模式之發展

依在本章第三節的討論後，研究者提出「教學設計元素互動概念」認為在整個教學活動中有教學者、學習者與教材這三大要素及元素間的六種互動關係。研究者依「教學設計元素互動」理論參照系統化教學設計中的ADDIE模式：分析(Analysis)、設計(Design)、發展(Develop)、實施(Implementation)及評量(Evaluation)等五大階段及針對多媒體教學設計的ASSURE模式：學習者分析(Analyze Learner)、撰寫目標(State Objectives)、選擇媒體與教材(Select Media and Materials)、利用媒體和資料(Utilize Media and Materials)、要求學習者參與(Require Learner Participation)及評鑑與修正(Evaluate and Revise)六大步驟並結合多元表徵交互應用策略的意涵與理論架構後，發展出「多元表徵交互應用策略」模式，其步驟如下：

(一)分析課程及學習者

進行課程內容的分析，教學者以自己的學科教學知識、學科知識對課程內容進行理解，並對學習者的起點能力進行分析。教學者必須了解課程的深度與廣度，並找出課程中的上位概念，形成教學時的前導組織。學習者的起點能力則包含了先備知識、一般特色、學習風格...等，最後依上述分析訂定教學目標。

(二)選擇教學表徵形式

依分析階段結果，選擇適當的教學表徵形式。選擇時必須考慮到教學者的專業知能、製作能力、教學時間及教學環境的資源與支援。

(三)設計教學活動

依所選的教學表徵形式，進行教學活動設計。教學活動的設計須依 Gagné (1985)所提的九項教學事件為原則。

(四)準備教學表徵

依所設計的教學活動，製作教學表徵，並依表徵呈現形式，進行教學軟硬體之準備。製作教學表徵應能切合課程內容，且依學習條件論及訊息處理論所提，教學表徵必須要能吸引學習者的注意力，才能達到教學成效。

(五)決定教學表徵呈現順序

通常以學習階層理論所提出的易先難後、具體先抽象後、互動性高先低後為原則。但上述原則並非絕對，必須由先前的課程分析及學習者特徵決定教學表徵的呈現順序。例如：體育教學時，教學者先示

範再由學習者操作。又例如：自然科教學時，教學者先進行實驗操作，再進行概念的說明。

(六)實施教學活動

實施教學活動，依訊息處理論中提到的短期記憶特性，不能一次呈現太多訊息，一次以呈現一個教學表徵為原則。而表徵交互呈現次數與時間，則依學習者在教學活動時的反應來決定。

(七)評鑑

在教學過程中進行形成性評鑑，教學後則實施總結性評鑑。以確定教學活動是否達成教學目標。

(八)檢討反思

由教學活動實施的流暢度、學習者反應、評鑑結果、教學者使用教學表徵的感想，進行檢討反思。作為改進教學表徵，教學活動的依據。改進後的教學表徵可在最後課程複習，補救教學或提供其他教學者使用。

茲將「多元表徵交互應用策略」模式八步驟與ADDIE模式五大步驟之相關，整理如圖2-16。

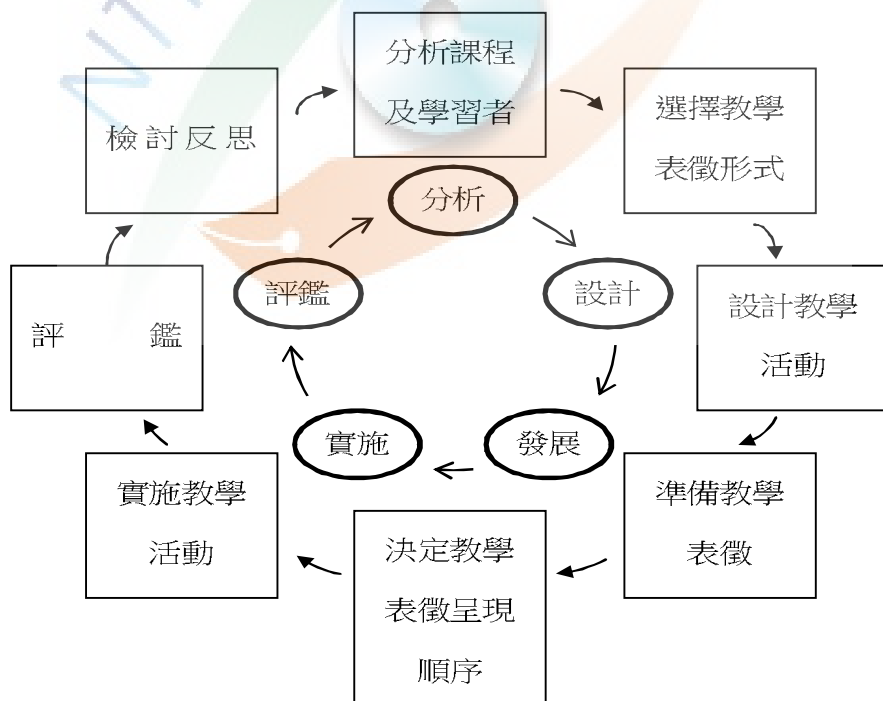


圖2-16 「多元表徵交互應用策略」模式與ADDIE模式之相關圖
(研究者自行整理)

在ADDIE模式中，分析階段與「多元表徵交互應用策略」模式的分析課程及學習者階段的工作相似；設計階段與選擇表徵形式階段及設計教學活動階段的任務相同；發展階段與準備階段及決定呈現順序階段的內容相仿；實施階段與教學活動階段所進行的事項一樣；ADDIE模式中的評鑑階段與「多元表徵交互應用策略」模式中的評鑑階段及檢討反思階段所要達成的目的是一致的。而「多元表徵交互應用策略」模式為一個循環的模式，使教學者在一次的課程結束後，能夠更加的精進，使教學活動更能達到教學目的。

四、小結

所有的教學，目的都在於改變學習者內外行的行為。所有的教學策略要能夠有成效，端看教學者在教學現場如何的靈活運用。隨著教育心理學的演進，教學的主體由行為主義時的教學者中心轉移到建構主義時的學習者中心。「多元表徵交互應用策略」僅提供教學者一個教學思考的方式，「多元表徵交互應用策略」模式也只是提供教學者實施的原則。教學者在教學現場時應以當時的時空情境，不墨守成規作最適當的教學呈現，如此才能符合學習者的需求，協助學習者達成教學目標。

第五節 資訊科技融入教學

對本研究而言，資訊科技融入教學只是一種表徵呈現的形式，是課程內容的載具。故對於其理論依據並不進行探究，僅對定義、適用的原則、常用的策略模式、及優勢與困境進行討論。使教學活動設計更完備，教學活動進行時更流暢，學習者也更容易達成教學目標。

一、資訊科技融入教學的定義

在探討資訊科技融入教學前，先由其定義開始，以釐清資訊融入教學的概念。何榮桂(2002)認為資訊科技融入教學是在各學習領域的教學歷程中，包括訂定教學目標、學前評量、教學活動及學後評量等各階段教學活動，在適當的時機運用資訊科技輔助教學，運用資訊科技豐富每個階段的素材與策略，以提升學習成效；徐新逸(2003)從狹義和廣義兩個角度來詮釋資訊科技融入教學，認為狹義的解釋是應用資訊科技的技術，廣義的解釋則是應用系統化教學設計的科學方式，以達成學習目標，並提供學習者有

意義的學習歷程，以增進較佳的教與學之成效；邱瓊慧(2002)指出資訊科技融入教學乃是透過資訊科技與學習領域的整合，使學習者在學習領域和資訊相關知能上同時獲得成長，達到學習領域和資訊教育期望的能力標準。Merrill(1997)認為由於電腦網路與多媒體技術的不斷發展，不僅增加了我們的資訊來源，也讓資訊科技融入教學的課程設計更加的多元與豐富；Dias(1999) 資訊科技融入教學中的科技整合應該是指在融入、整合與無間隙的方式下，使用科技來支援與延伸課程目標，使得學習者能從事有意義的學習活動。

研究者綜合上述學者的看法，認為資訊科技融入教學應包含教學目標、學習時間、學習成效、及提供資源與支援。所以研究者將資訊科技融入教學定義為教學者在教學的前中後期，依教學目標，在適當的時機，有意義的引進資訊科技，協助學習者提升學習成效。

二、資訊科技融入教學適用的原則

為提升資訊科技在教學應用的功能及學習成效，避免產生負面的影響，教學者除了不斷地提升自己的資訊素養外，對於資訊科技融入教學的策略應詳加思考，如何結合班級學習者的學習特性、既有的設備與支援，以及融合學習原理與教學方法，發展出合適的課程應用在教學上。

張國恩(1999)在設計資訊科技融入教學時應符合四大原則：

(一)符合需求性

教材內容或是教學活動確實有其需要時，才進行資訊科技融入教學。

(二)符合可行性

設計資訊科技融入教學時，必須考慮所處的教學環境可提供的支援。規畫教學過程中所需的軟硬體設備，應是現實可行的。

(三)符合學習理論

資訊科技融入教學必須符合現有的學習理論所提出之原理原則，教學活動能有效提升學習效果。

(四)符合學科教材內容

必須符合學科教材的內容，不能與原始學科教材內容出入太大，以免學習者無法達成學習目標。

吳明隆(2004)提出進行資訊科技融入教學時必須考慮五WH(一)何時(When)：使用時間是在教學活動前中後；(二)為何(Why)：結合資訊科技應

是為提升教學效能與學習成效而融入，教學者不應為融入而融入；(三)如何(How)：教學者如何將資訊科技應用於教學活動中；(四)地點(Where)：配合電腦教室教學或原班級，是否方便使用；(五)內容(What)：要融入的教學素材為何，能否呈現教學的內容；(六)誰是學習者(Who)：考慮學習者的特性，不同的學習者，所採用的教學策略與教學內容也有所不同。

綜上所述，在進行資訊科技融入教學時，應考慮到需求、能力與成效三個面向，研究者整理如下：

(一)需求

資訊科技融入教學前應考慮到在教學者的需求，學習者的需求及教材特性的需求，只要符合一項需求即可進行資訊科技融入教學的設計。

(二)供應

教學現場是否有能力供應資訊科技融入教學的軟硬體設備、教學者是否具備設計與操作資訊科技融入教學的能力、學習者是否有能力藉由資訊科技融入教學獲得教學成效。

(三)成效

資訊科技融入教學是否能達成教學的目標，學習的成效。

三、資訊科技融入教學常用的策略模式

資訊科技融入教學會隨每種教材的特色、不同的設備環境、學習者的特質、與教學者的資訊能力而有所不同。資訊科技融入教學時，教學者需視教學情境的變化與需求，靈活彈性運用。以下將以不同的學習模式所用的教學策略進行討論(劉世雄，2000；張國恩，2002；劉世雄，2003)：

(一)教學者主導之學習模式

教學者主導教學過程，學習者被動地接受教學者傳達的訊息，採用的策略如下：1.抽象教材運用模擬軟體將概念具體化、視覺化，以協助學習者理解，如觀測星球運行、火山爆發情形等。2.運用電腦簡報軟體製投影片，結合多媒體做多變化的展示，吸引學習者的注意力，提高教學效果與學習動機。

(二)互動式之學習模式

透過網頁、討論區、遠距教學、電子佈告欄、電子郵件等方式，教學者於教學後，師生或同儕間互相討論、分享與互動回饋。

(三)學習者自主之學習模式

學習者可以養成自我學習的能力、自我建構知識：1.教學者將學習者之作品蒐集整理分類之後，呈現在網頁上，提供學習者觀摩學習，增加學習者創作之靈感；2.教學者可根據上課的內容，規劃相關的主題，請學習者課後進行查閱、報告，同儕之間可分組合作或獨力完成；3.使不同理解力、學習能力、反應速度的學習者，有其個別差異與需求，運用電腦輔助教學軟體(CAI)可滿足學習者個別需求。

教學的策略有許多種，教學者的專業應是在眾多的教學策略中，找到適合目前所教授的學習者、所要實施的課程內容、配合適當的教學活動設計。資訊科技融入教學必須與教學策略與教學方法相結合，才不致於迷失在資訊科技的叢林當中。

四、資訊科技融入教學的教學表徵設計

資訊科技融入教學時所使用的教學表徵常具有文字、聲音、影像、動畫等多媒體形式(沈中偉，2005)。如前所探討的教學傳播模式指出的，教學表徵為教學者將其學科知識、教學經驗及自身的能力所編碼製成的，好的教學表徵在教學時勢必能事半功倍，而不好的教學表徵則無法達成教學的成效。然而並非將文字、聲音、影像、動畫這些元素放在一起就可成為良好的教學表徵。教學表徵要達到教學的目標，必須要經過良好的設計，才能夠清楚的將所要呈現的學科知識傳達給學習者，並讓學習者能依自身的認知表徵將學科知識譯出，進而與原有的舊經驗連結，產生有意義的學習。

Heinich Robert, Molenda Michael, Russell James & Smaldino Sharon (1999)指出良好的視覺展示應具可讀性、使學習者很快的注意到設計者所要呈現的訊息，促進學習者積極的參與及將學習者的注意力引導到重要的教學訊息。為達到上述目標，在進行教學表徵設計時，除了要注意學習者對教學表徵的接受度、教學的情境、教材內容及學習者的先備經驗外，還要注意以文字元素(Verbal Elements)、圖像元素(Visual Elements)及吸引元素(Elements That Add Appeal)，分述如下：

(一) 文字元素(Verbal Elements)

在設計教學表徵時須考慮字型與版面的協調性、字數多寡適中、橫直書的方向一致、字型色彩與背景對比，字型大小合宜及字元間距與行距編排恰當。

(二) 圖像元素(Visual Elements)

可依學科知識的需求，考慮真實性(Realistic)、類比性(Analogic)與組織性(Organizational)。真實性係指視覺圖像與真實情形相似的程度，由實物影片或照片，到繪製圖片、圖解到文字敘述等。Dwyer(1978)指出並非愈真實的圖像，教學效果越佳，圖像上多餘的視覺刺激，反而讓學習者無法找出重要的視覺資訊。因此真實度過高與真實度過低的視覺圖像都會降低學習的成效。教學效果與視覺圖像之真實度間的關係如圖 2-18：

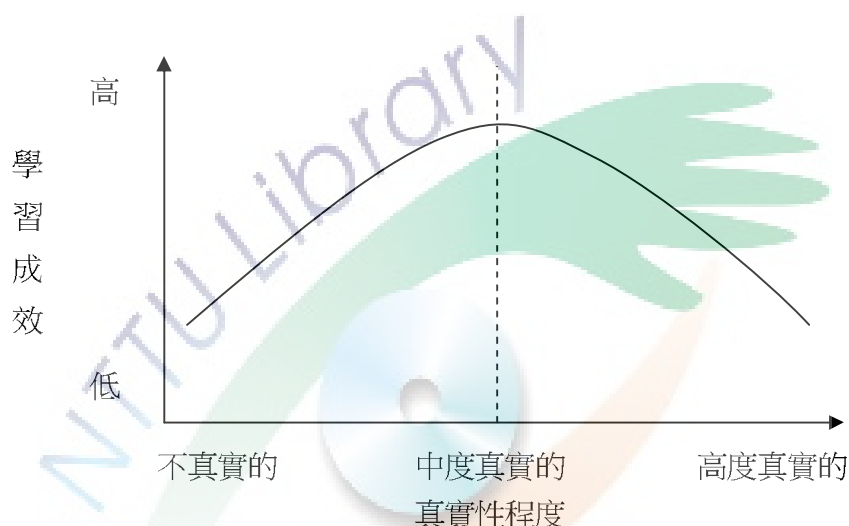


圖2-17 教學效果與視覺圖像的真實度間之關係圖

(研究者自行整理，修改自張霄亭，2004，p118)

是以研究者認為在教學時，要考慮到學習者與教材之特性決定視覺圖像的真實度，以最適當的方式來呈現教材，以達到最好的學習成效。

類比性是以近似的其他表徵來呈現某種概念或主題。亦即前文所提教學表徵的不完備性。使用類比性，可讓學習者更容易的了解概念或主題。但要注意學習者是否會產生錯誤的學習遷移。

組織性的圖像即是利用流程圖、圖表、概念圖等，表示主要觀念間的關係或文字資料中的概念。有效的利用組織性的圖像，可增加學習者舊知識與新經驗的連結，達到更好的學習成效。

(三) 吸引元素(Elements That Add Appeal)

視覺圖像的呈現必須具備吸引力，才能引起學習者的注意。而 Heinich Robert et al.(1999)指出可利用新奇性與互動性來增進畫面的吸引力。新奇性是呈現出乎學習者預料的事物，以吸引學習者的注意力。互動性提供學習者可以操弄或反饋，讓學習者對於所呈現教材能更有學習的興趣。

研究者發現利用資訊器材融入教學時，如何設計視覺圖像與學習者的學習成效有十分直接的相關。是以教學者能否掌握上述設計元素，並配合學習者的學習特性及教材內容來進行教學表徵的設計，將嚴重影響教學的成效。但教學者如何能了解自己所依設計元素所設計的教學表徵是否能達成教學成效呢？除了現場的教學可以獲得驗證外，在教學前如有一份適合的檢核表幫助教學者檢核自己所設計的教學表徵，提早發現設計時的盲點，在教學前就進行修改，對於教學進行及學習成效將會有很大的助益。研究者綜合上述論點及參考 Heinich Robert et al.(1999)提出的視覺圖像設計檢核表後，發展出資訊融入教學表徵檢核表，如表 2-4：

表 2-4 資訊融入教學表徵檢核表

年級		學習領域		單 元		
教學目標：						
項 目		最高 5			最低 1	
教學表徵內容方面		5	4	3	2	1
1、與教學主題的相關性						
2、內容正確且更新						
3、引發學習者動機/維持興趣						
4、簡單明瞭的敘述						
5、切合學習目標						
6、清楚呈現課程概念						
教學表徵設計方面						
7、字數多寡適中						
8、橫直書的方向一致						
9、字型大小合宜						
10、字型色彩與背景對比合宜						
11、字元間距與行距編排恰當						
12、字型與版面的協調性						
13、無過多干擾物(分神物)						
14、色彩搭配合諧						
15、畫面排列合宜						
16、具吸引力						
對教學表徵的建議：						
檢核者：						

資料來源：研究者自行整理，參考自張霽亭，2004，p136，p166

五、資訊科技融入教學的優勢與困境

資訊科技融入教學的優勢可以就教學與學習兩方面說明(李志鵬，2004)：

(一)教學方面：

- 1.便利課程準備。
- 2.教材呈現方式多元。
- 3.豐富教學活動與內容。
- 4.協助成果診斷分析。
- 5.促進專業成長與發展。
6. 提升教學品質與效能。

(二)學習方面：

- 1.協助建構與探索知識。
- 2.促進合作學習。
- 3.提供操作及反覆練習。
- 4.模擬情境學習。
- 5.豐富的學習資源。
- 6.突破時空間的限制，方便互動討論。
- 7.有系統的紀錄學習歷程與檔案。
- 8.提供學習作品展示及同儕互評的平台。
- 9.提供補救教學或加深加廣教學的實施。

研究者參考沈中偉(2005)的觀點，將資訊科技融入教學在實施上可能發生的困難，整理如下：

(一)設備經費來源不足

國小設備經費有限，而資訊設備除了買進還要維護，對於國小是一個很大的經費負擔。

(二)設備效能不足

學校所能提供的設備效能比較不足，無法執行二 D 或三 D 動畫，限制教學者呈現的方式

(三)學習者學能的不足

學習者的資訊素養不足，自我學習時，不容易篩選出想要的資訊。

(四)健康因素

資訊科技融入教學時，對學習者的眼睛可能會造成比較大的負擔。

(五)教學者意願低落

原因可歸為本質學能不足、資訊能力不足、使用不方便、設備不良及設備不足。

歸納而言，資訊科技融入教學是利多於弊。研究者認為在實施上的最大困難處，在於其現實教學環境無法支援資訊科技，經費的來源不足下，教學者面臨著「巧婦難為無米之炊」的窘境。雖然資訊科技融入教學有許多的優勢，然而如何解決設備資源的不足，可能是進行資訊科技融入教學最待處理的問題。教學者在進行教學活動設計時，應善用資訊科技融入教學的優勢，在有限的資源中，發揮出最大的教學成效。

五、小結

教學者的角色、資訊科技在教學上運用的時機及應用的策略均有學者提及，也論述實際教學中可能會產生的影響。資訊科技融入教學好像一把雙刃劍，使用得當可以破除學習的障礙，協助學習者達成學習的目標；反之，使用不當則會沈淪在「為資訊融入而融入」的迷思中。研究者在教學現場時，曾有教育的伙伴因為單槍投影機的燈泡壞了，而使課程無法進行，因為他的教學活動，都要靠單槍投影機來呈現。資訊科技只是一個載具，協助教學者更容易進行教學而已。雖然科技越來越進步，所能提供的學習經驗也越來越多元，但有些學習經驗像是讓學生看到自己種的種子發芽時，所得到的感動，還是資訊科技無法取代的。

如同Clark(1994)的論點，資訊科技只是載具，就好像用牛車(一般教學)或大貨車(資訊科技融入教學)來載麵粉(教學)並不會影響麵粉的營養(教學內容)。話雖如此，但研究者確認為，利用不同的載具雖不會影響麵粉的營養，但卻會影響送貨的時間(教學的效率)。所以，資訊融入並非不可用，而是要在適當的情境、適合的教材並配合有效的教學策略才用。是以，研究者在發展多元表徵交互應用策略時，亦考慮資訊科技融入教學。而依實驗課程內容的性質，在選擇教學表徵與設計教學活動時，將資訊科技融入教學，以期達到教學的成效。

第六節 自然與生活科技教材教法

本研究擬用自然與生活科技學習領域中的對流概念做為實驗教學的課程，所以先對自然與生活科技學習領域進行課程分析並了解主要的課程目標。並探究自然與生活科技領域常用的教學方法，做為進行教學設計的參考。

一、基本理念

人類觀察自然，並且研究各種現象變化的道理，於是產生科學；同時對其巧妙的運用，以適應環境、改善生活，於是乃有技術。在深一層的了解中，我們相信一切的變化有其因果法則，所有看似奇幻的現象必有其存在或產生的道理。

認知這些自然現象和自然的演變規則，使我們能應用自然運作的原理，於是就有了各種創造發明。透過科學與技術的進步，人類善用機具、材料、方法、知識和創意等資源，增強人類解決問題的能力。學習科學，讓我們學會如何去進行探究活動：學會觀察、詢問、規劃、實驗、歸納、研判，也培養出批判、創造等各種能力。特別是以實驗或實地觀察的方式去進行學習，使我們獲得處理事務、解決問題的能力。也了解到探究過程中，細心、耐心與切實的重要性。同時我們也應該了解科學與技術的發展對人類生活的影響，學會使用和管理科學與技術以適應現代化的社會生活。透過學習使我們能善用各種科學與技術、便利現在和未來的生活。

二、課程分析

(一)課程目標

教學者在自然與生活科技的課程中到底應安排那些課程內容呢？在九年一貫課程綱要指出自然與生活科技學習領域的主要目標，為提昇國民的「科學與科技素養」。「科學與科技素養」王美芬與熊召弟(2006)認為能以好奇與積極的態度以探討、了解及設法解決問題時，所需具備的各種知識、見解、能力、態度與應用能力統稱為「科學與科技素養」。為培養學習者的「科學與科技素養」，九年一貫課程綱要將自然與生活科技學習領域的課程目標定為(引自教育部，2006)：

- 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。

為達成上述課程目標，教學者必須在教學的過程中培養學習者具有八項科學能力，茲分述如下：

- 1.過程技能：為科學探究過程之心智運作能力的增進
- 2.科學與技術認知：科學概念與技術的培養訓練
- 3.科學本質：對科學本質之認識
- 4.科技的發展：了解科技如何創生與發展的過程
- 5.科學態度：處事求真求實、感受科學之美與威力及喜愛探究等之科學精神與態度。
- 6.思考智能：資訊統整、對事物能夠做推論與批判、解決問題等整合性的科學思維能力
- 7.科學應用：應用科學探究方法、科學知識以處理問題的能力
- 8.設計與製作：運用個人與團體合作的創意來製作科技的產品。

(二)課程內容

周秋香(2005)自然與生活科技學習領域的課程內容分成：

- 1.物質的世界：包含物質的組成與性質、物質的狀態與狀態變化、物質的分類、物質的變化與、基本粒子與能量的形式與轉變
- 2.電熱科技：含括熱與溫度、熱的轉移、電的認識、電流、電和磁及電子世界。
- 3.聲光環境：內容有聲波、聲音的傳播、多變的聲音、光的性質、光的傳播及光與生活。
- 4.生命的傳承：討論生命的形成、生命的延續、生物的演化、遺傳與基因、生命的雙螺旋—DNA 及 DNA 與人生。
- 5.變動的地球：包括地球的形成、地球的結構、地殼的變動、地球的運動、地球的大氣及岩石、礦物與化石。
- 6.宇宙的奧祕：內涵有浩瀚的宇宙、星系、恆星物理、恆星的世界與太陽系。

7.環境保育：探究的面向有生態圈、自然資源、環境污染、地球的環境問題及環境倫理與永續發展。

8.科技新生活：論及資訊科技、生物科技與奈米科技。

而在九年一貫課程中將課程內容分成自然界的組成與特性、自然界的作用、演化與延續、生活與環境與永續發展五大課題，其下包含十二個主題及四十六個次主題。歸納了周秋香(2005)與九年一貫課程綱要的課程內容發現自然與生活科技學習領域包含了力學、光學、熱學、電磁學、近代化學、近代生物學、近代天文學、現代物理學，生命科學與地球科學。而國小的學習者初接觸到自然與生活科技學習領域，是以在教學時，主要只是呈現簡單的入門概念。避免使用太多艱深難懂的專門字詞而要用比較生活的用語來讓學習者接受。例：不用水受熱產生的相變化，而水受熱後蒸發形成水蒸氣。

三、常見的教學法

王美芬、熊召弟(2006)指出在自然與生活科技學習領域中有應用的教學法有科學探究教學、建構式教學、問題解決教學、創造思考教學、批判思考教學、科學-科技-社會(STS)教學、概念構圖教學、角色扮演與遊戲教學、科學史融入自然與科技教學、科學閱讀教學、戶外教學、生活科技教學等教學法，研究者將以常用的科學探究教學法、科學-科技-社會(STS)教學與概念構圖教學詳細說明：

(一)科學探究教學

所謂探究(Inquiry)，就是尋找問題和解決問題的過程，是一種人類的思考方式、一種尋找資料的方法、一種了解事物的過程。

1.發現式探究教學法(Learning Cycle Inquiry by Discovery)：常以「5E建構式學習環」教學模式，分述如下：

(1)投入(Engagement)：引起學習動機，使喚起學習者舊經驗，使學習者將注意力集中在教學活動的歷程中。

(2)探索(Exploration)：教學者引導學習者主動操作教具、資料，由過程中主動發現問題、探索問題。

(3)解釋(Explanation)：讓學習者發表、示範他們對問題或概念的了解及操作過程，此時教學者適時加入科學概念。

(4)精緻化(Elaboration)：學習者將教學活動中發展出之新概念活用於新情境中，藉此能擴展、獲得更多的資訊與高層次的技巧。

(5)評鑑(Evaluation)：鼓勵學習者評量自己的了解程度與能力，並提供教師評量自己的教學技巧、成效和目標進展情況。

2.理性探究式教學法(Rational Inquiry)：依課程內容的特性，無法進行具體的活動時(如化石的形成，垃圾污染)可以理性探究教學法(Learning Cycle Rational Inquiry)進行教學：

(1)探索學習者無法親自操作，藉由教學者透過講述、圖片影片動畫、模型的教學取代學習者操作經驗。於教材的呈現過程中，激發學習者疑惑及引出欲探索的問題。

(2)發明透過教學者與學習者間共同的討論形成概念並對概念命名，使學習者運用演繹、歸納等科學方法獲得結論。教學者再依共同討論的結果將科學名詞、術語引介給學習者。

(3)發現於新的情境中，學習者能發現與之前情境相同之處，運用教學中發展的新概念推論出合適的解決問題方式。

3.實驗式探究教學法(Inquiry by Experimentation)：適用高年級，根據自行擬定、具體的實驗計畫進行實驗操作，根據結果發現最佳的假設或改進既有的假設。教學過程中，學習者必經發現問題、找出變因、形成假設、設計實驗、驗證假設之過程。

(二)科學-科技-社會(STS)教學

以學習者生活週遭所發生的科學問題為教學的主題，以科學的態度、精神及方法去探索問題解決的方法，培養學習者創造力或解決問題的能力，應用於往後的生活中。STS 課程教學模式分成四大教學階段：

- 1.邀請學習者來學習：可以各種方式呈現生活議題，使學習者鎖定認為必要解決的問題。
- 2.鼓勵學習者：鼓勵學習者運用觀察、測量、實驗的過程技能去探索、發現與創造，最後得到問題的解決方法。
- 3.學習者提出解釋和解決策略：在得到問題解決方法的歷程中，學習者的概念可能產生改變或形成新概念，因此鼓勵學習者充分表達自己的看法。
- 4.鼓勵學習者採取行動：鼓勵學習者思考該如何應用所習得的問題解決方法，發展實際可行的解決行動並實踐之。

(三)概念構圖教學

王美芬、熊召弟(2006)概念圖是學習者的認知結構用視覺表徵表現出來，可顯示個體對於某一科學知識所包含之組成概念間的相互關係。

何治鈴(2001)歸納了多位學者。(Ault,1985；Heimlich & Pittelman,1986；Stice & Alvarez,1987；Trowbridge & Wandersee,1994)認為概念構圖教學應包含選擇(Selection)、歸類及排序(Clustering and Ordering)、聯結及聯結語(Linking and Labeling)、交叉聯結(Cross Linking)及舉例(Exemplifying)分述如下：

- 1.選擇：教學者先選擇有意義教材進行概念構圖，與學習者討論從選擇的教材中，挑選一些關鍵字或片語來代表概念，並呈現出這些概念。
- 2.歸類及排序：請學習者根據概念所含的從屬關係(Superordinate-Subordinate Relationship)或概括性進行歸類。將每一項分類中的概念，依其從屬關係，將最具一般化、概括性排在上層，依序遞降，直至排列完最具特殊化、具體化的概念為止。
- 3.聯結及聯結語：要求學習者在兩個有關聯的概念間，劃出一條正確的聯結線及選用正確的聯結語，以顯示學習者對概念間關係的瞭解程度。
- 4.交叉聯結：針對概念圖中不同群集中相關聯概念，利用聯結線將其聯結起來即是「交叉聯結」。交叉聯結是學習者創造力思考的表徵，當學習者養成創造思考的習慣後，更能增進學習的保留與遷移。
- 5.舉例：要求學習者針對概念圖中最底層的概念，亦即最特殊、最具體的概念，舉出課外具體例子。其主要的目的是在評鑑學習者對所學概念是否融會貫通。

四、小結

自然與生活科技學習領域是與生活息息相關的，尤其對國小的學習者而言，這個階段的課程主要是一個啟蒙的學習，除了科學概念的教授，在科學素養的養成亦是十分重要。在課程內容方面也十分的廣泛，不但涵括了自然科學領域的主要學科，也將一些社會上常被關切討論的議題納入。課程的內容選擇上，亦不是高深的理論探究，而是讓學習者透過學習的活動了解基礎的科學知識，培養對科學的興趣，進而發展愛智，具思考與解

決問題的現代公民。

是故教學者在規畫課程內容與設計教學活動時，也應配合課程的目標及課程的特性，善用各種教學模式。在教學的過程中，提供學習者多觀察、多思考、多發表、多關心及多樂趣的學習經驗，協助學習者打開科學之眼。讓學習者對於科學保持高度的興趣，為往後進行較深入、較專門的科學探索研究，奠下堅穩的基石。

而在本次研究中，所進行的教學單元「對流概念」，為一抽象且不易說明之概念，教學時需要利用適合之教學表徵反覆的呈現說明。是以適合利用「多元表徵交互應用策略」，以不同的教學表徵呈現相同概念的方式來進行教學，藉由教學表徵交互出現來加深學習者對於概念的習得與內化。

第七節 相關研究

本節將熱的傳播概念與「多元表徵交互應用策略」的相關研究進行討論。

一、熱的傳播相關研究

對流概念相關的研究，研究者發現國內只有林秋雪(2002)曾對小六、國中及高二的學生進行對流概念認知類型、層次、頻率及熱知識發展作研究。國內與熱學學習相關的研究則有蔡佳璋(2000)探究三至八年級學生熱膨脹概念；毛莉嘉(2002)對國小學童熱傳導概念理解與概念改變進行研究；李道良(2002)探討小六至國三學生對熱與體積變化概念之類型、層次、頻率分佈及認知發展；石原青(2003)研究小六至國三學生熱與溫度之學生概念之認知類型、層次、頻率分佈與認知發展，劉怡靈(2003)實施小六至國三學生熱傳導之迷思概念類型之研究；陳沛瑩(2004)以POE教學策略探究國小六年級學童「熱」迷思概念及概念改變及黃仕賢(2004)針對高雄縣市小六至國三學生比熱概念之認知類型之研究，而國外則有Erickson (1979)就熱與溫度的概念對學童進行研究，Wiser & Kipman (1988)探究九年級學生對熱與溫度的認知架構並以多媒體協助學生學習的概念，Sözbilir(2003)探討小六、國一及高三學童在熱與溫度上的迷思概念，Clark & Jorde (2004) 雖發展多媒體展示物件進行教學，提升學生學習熱學成效，但並未提到使用何種教學策略。

由國內外相關研究可知，先前與對流概念相關的研究並不多，而且多偏重在探討學生本身的既有概念，較缺少資訊融入教學的探討及有效教學策略的研究。研究者認為其原因有二，其一為對流概念相較於其的學科概念所含的學科專門知識較為深入。對流現象雖然在日常生活就可，但在原理的說明上，須要用到密度的概念，而密度概念在國中時才有探討，國小的學習者並無相關的先備知識。其次學習者易產生迷思概念(劉怡靈，2003)，因為對流現象在日常生活中，隨時可見，學習者的迷思概念已根深蒂固不易導正，是故必須針對此概念發展教學的方法。由此可見，研究者進行對流概念的教學研究，所得之研究結果，對於未來教學者在進行對流概念教學活動設計與實施教學活動時，提供一個思考的方向。

二、多元表徵交互應用策略之相關研究

「多元表徵交互應用策略」為研究者參考陳昆益(2006)發展的「交互表徵教學策略」後，所發展出來的。陳昆益將「交互表徵教學策略」應用在「地球科學」單元的教學上。他的研究結果發現在「地球科學」單元的教學成效上，應用「交互表徵教學策略」優於單用多媒體展示學習物件。所以可知交互表徵教學策略確實有其成效。因此本研究旨在探討「多元表徵交互應用策略」是否為可應用在對流概念教學的資訊融入教學策略，且為可行有效的教學策略。

三、小結

國小的自然與生活科技學習領域，主要是將基本的科學概念呈現給學習者，但往往在呈現的教材時，要如何去拿捏教材的深度與廣度，成為了很重要的課題。由以上的研究發現許多的教育研究先進在觸及到熱學時，都不會只將被研究者鎖定在國小，通常會延伸到國高中。且多以概念的型態，轉變及迷思為主，在教法或教學策略上甚少提及。這凸顯出在國小教學時，現有教學方法是否適用於對流概念的教學的疑問。

所以本研究導入「多元表徵交互應用策略」來進行對流概念的教學。希望藉由研究的過程與結果，打開「適用於對流概念的教學策略」這個議題，拋磚引玉讓更多的教育工作者能投入，使熱學在國小教育中也能有很好的概念養成及教學成效。



第三章 研究方法

本章依研究目的與文獻探討，分節說明本研究的研究設計與實施方法。第一節闡明研究架構、提出研究假設；第二節規畫研究流程；第三節進行實驗設計；第四節說明實驗樣本來源；第五節探究教材設計；第六節發展研究工具；第七節討論資料分析。

第一節 研究架構及研究假設

本節依研究目的、研究問題及文獻探討，擬定研究架構並根據研究架構提出研究假設。

壹、研究架構

本研究旨在探討實施「多元多元表徵交互應用策略」是否比「一般教學」法與單使用「多媒體展示教學表徵」對學生的學習更有助益。本研究
中，教學策略為自變項，先備知識為干擾變項，學習動機為中介變項而學生的學習成就為依變項。本研究架構如圖3-1：

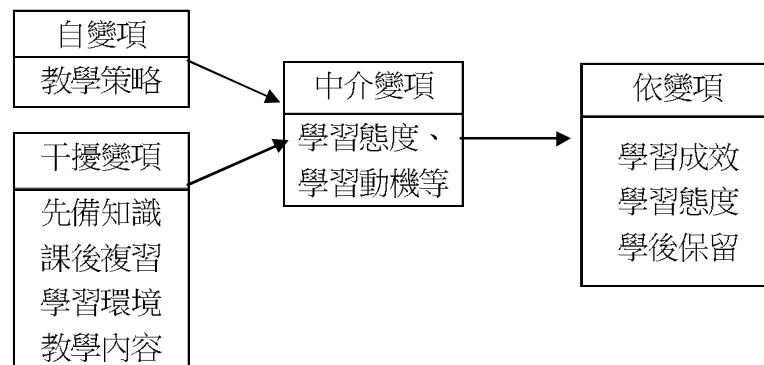


圖 3-1 研究架構圖

一、自變項說明

本研究的自變項依不同的教學策略，將學習者分成三組。

(一) 實驗甲組

實施「多元表徵交互應用策略」，即在課程中依課程進度，交互呈現「多媒體展示教學表徵」與「操作示範教學表徵」。

(二) 實驗乙組

僅實施「多媒體展示教學表徵」。在教學過程中，只有多媒體的展示，沒有加入實驗操作。教學過程中並無運用任何的教學策略，為一般的資訊融入教學的教學法。

(三) 控制組

不實施「多元表徵交互應用策略」、「多媒體展示教學表徵」與「操作示範教學表徵」。為傳統的課本、黑板及講述教學。

二、干擾變項控制

(一) 先備知識

先備知識不同，即為學生的起點行為不同。如果其中一組的起點行為較高，將會影響依變項的結果。所以為避免上述情形，本研究以實驗各組學生前一學期自然與生活科技領域的成績作為先備知識，進行同質性檢定。確定樣本來自同一母群體後，進行共變數分析，將干擾變項的影響降至最小，增加實驗的正確性。

此外，並依先備知識的高低將各組再分成高分組與低分組，將先備知識的干擾降至最低。

(二) 課後補習

研究者在研究前對各組進行非正式調查，發現不同的班級其學生上安親班及課輔班的情形不大相同，有些班級有將近七成的學生有課後輔導的情形，有些班級高達九成，但也有班級只有半數學生有課後輔導。因此為避免課後輔導複習影響實驗的正確性，故將後測與課程安排在同一日。

(三) 學習環境

學習環境的不同如教室佈置、桌椅的舒適及擺放...等境教的不同，對學生的學習也會造成一定的影響，為排除上述干擾因素，實驗課程在同一間教室進行。

(四)教學內容

不同教學者對「對流概念」因個人的學科教學知識(Pedagogical Content Knowing, 簡稱 PCK) 不同, 於教學時可能造成教學內容的差異而影響實驗的正確性。為避免此項干擾因素, 從預試到正式的實驗課程皆由同一位教師進行授課。

本研究的教學內容可分成概念理解, 實驗操作及生活經驗, 資料分析時, 亦對這三個學習分項進行分析。

三、中介變項控制

為學習者在進行學習時的內在心理歷程, 如學習動機, 學習態度...等亦可能影響依變項。研究者利用回饋單的方式來檢視上述中介變項, 了解實驗各組在學習動機及學習態度...等內在心理活動的面向上, 是否有不同的差異。為了將中介變項對實驗的影響降至最低而在課程開始時, 先進行準備活動, 一則引起學習者的學習動機,

四、依變項說明

本研究的依變項為進行實驗教學後, 各實驗組的學習者在「對流概念學習成就評量卷」的得分及延宕測驗得分。

貳、研究假設

本研究依研究問題, 作出以下假設:

一、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級學生學習「對流概念」之學習成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異?

(一)Ho1: 應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。

(二)Ho2: 應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。

(三)Ho3: 單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。

二、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級學生學習「對流概念」不同學習內涵之學習成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般

教學」組是否有顯著差異？

(一) Ho4：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在「對流概念」概念理解分項之學習成效表現上無顯著差異。

(二) Ho5：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在「對流概念」概念理解分項之學習成效表現上無顯著差異。

(三) Ho6：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在「對流概念」概念理解分項之學習成效表現上無顯著差異。

(四) Ho7：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在「對流概念」實驗操作分項之學習成效表現上無顯著差異。

(五) Ho8：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在「對流概念」實驗操作分項之學習成效表現上無顯著差異。

(六) Ho9：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在「對流概念」實驗操作分項之學習成效表現上無顯著差異。

(七) Ho10：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在「對流概念」生活經驗分項之學習成效表現上無顯著差異。

(八) Ho11：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在「對流概念」生活經驗分項之學習成效表現上無顯著差異。

(九) Ho12：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在「對流概念」生活經驗分項之學習成效表現上無顯著差異。

三、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級不同學習能力的學生學習「對流概念」之學習成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異？

(一) Ho13：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」對高分組學生在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。

(二) Ho14：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」對高分組學生在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。

(三) Ho15：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」對高分組學生在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。

(四)Ho16：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」對低分組學生在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。

(五) Ho17：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」對低分組學生在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。

(六)Ho18：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」對低分組學生在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。

四、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級學生學習「對流概念」之學後保留成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異？

(一)Ho19：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。

(二)Ho20：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。

(三) Ho21：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。

五、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級學生學習「對流概念」不同學習內涵之學後保留成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異？

(一) Ho22：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在「對流概念」概念理解分項之學後保留成效表現上無顯著差異。

(二) Ho23：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在「對流概念」概念理解分項之學後保留成效表現上無顯著差異。

(三) Ho24：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在「對流概念」概念理解分項之學後保留成效表現上無顯著差異。

(四) Ho25：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在「對流概念」實驗操作分項之學後保留成效表現上無顯著差異。

(五) Ho26：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在「對流概念」實驗操作分項之學後保留成效表現上無顯著差異。

(六) Ho27：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在「對流概念」實驗操作分項之學後保留成效表現上無顯著差異。

(七)Ho28：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在「對流概念」生活經驗分項之學後保留成效表現上無顯著差異。

(八) Ho29：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在「對流概念」生活經驗分項之學後保留成效表現上無顯著差異。

(九)Ho30：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在「對流概念」生活經驗分項之學後保留成效表現上無顯著差異。

六、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級不同學習能力的學生學習「對流概念」之學後保留成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異？

(一)Ho31：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」對高分組學生在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。

(二) Ho32：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」對高分組學生在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。

(三) Ho33：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」對高分組學生在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。

(四)Ho34：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」對低分組學生在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。

(五) Ho35：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」對低分組學生在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。

(六)Ho36：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」對低分組學生在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。

七、本研究中不同組別學習者對應用「多元表徵交互應用策略」、單用「多媒體展示教學表徵」及「一般教學法」在進行「對流概念」教學活動時的學習態度、教學情境及媒體應用三個向度上的看法？

(一)Ho37：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在進行「對流概念」教學活動時，對學習態度的看法無顯著差異。

- (二)Ho38：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在進行「對流概念」教學活動時，對學習態度的看法無顯著差異。
- (三)Ho39：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在進行「對流概念」教學活動時，對學習態度的看法無顯著差異。
- (四)Ho40：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在進行「對流概念」教學活動時，對教學情境的看法無顯著差異。
- (五)Ho41：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在進行「對流概念」教學活動時，對教學情境的看法無顯著差異。
- (六)Ho42：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在進行「對流概念」教學活動時，對教學情境的看法無顯著差異。
- (七)Ho43：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在進行「對流概念」教學活動時，對媒體應用的看法無顯著差異。

第二節 研究流程

本研究依研究架構及研究假設，規畫本研究流程如下：

一、擬定研究主題

依自我興趣、以及在教學現場的觀察與體認，發現議題。參考先期相關文獻並作整理分析，並與同儕、先進及專家討論後，擬定可行之研究主題。

二、收集整理相關的文獻和研究報告

確定研究主題後，利用網路資源擴大收集與研究主題相關之期刊、論文及書籍。詳細閱讀、歸納整理出與研究主題有關的理論基礎，可行的研究方法。依研究方法發展研究工具及提出適切的資料分析方法。

三、分析學生及教材

依認知發展理論對學生進行心理認知階段及學習特色的分析。對教材進行垂直與水平的分析。從垂直分析中了解學生之先備知識，課程內容所應包含的概念原理、教學活動後，學習者所後具備的學科知識與能力(學習目標)。由水平分析本課程與本學期其他學科領域課程內容的相關性。

四、設計課程、發展評量工具、設計回饋單

依上述分析結果，針對課程內容中概念原理所具有的特性，進行教學活動的設計。設計所應掌握的原則有二：1.達到學習成效 2.有意義的學習。教學活動則依前章所發展之「多元表徵交互應用」教學模式的步驟來設計。以課程容內的概念、學生能力及現場專家意見，發展適當的評量工具即「對流概念學習成就評量卷」，依學習態度、教學情境及教學媒體三個向度設計「對流課程學習回饋單」。

五、預試

「對流概念學習成就評量卷」預測班級為已完成同樣版本(康軒)的對流概念課程之學生，預測的目的為檢測「對流概念學習成就評量卷」之難易度與鑑別度，作為修改刪除題目的依據。實驗課程的預試由五年級的八個班級中抽取一個班級進行預試，預試包含實驗教學、後測及回饋單。實驗課程為進行「交互表徵教學策略」組的教學課程為主，以了解時間、教學活動安排是否合宜。預測的實施可後研究者掌握學習者完成「對流概念學習成就評量卷」時間，作為課程安排的依據。最後進行回饋單的填寫，並分析回饋單的信度。

六、選擇樣本

本研究因考慮研究經費，教學資源，研究人力及研究抽樣的限制，故採便利取樣。以研究者任教的學校五年級八個班級為主，進行取樣。取出一班為預測班級，三個班分別為實驗甲組、實驗乙組及控制組。

七、進行實驗教學

尋找適當時間，依配合學校內課程進度及總體課程計畫，同一天由同一位授課者在同一科任教室進行教學進行實驗教學、後測及回饋單。

八、第一次資料收集與建檔

將收集後測成績、回饋單，分別輸入電腦建立檔案。

九、第一次統計分析

「對流概念學習成就評量卷」後測成績以 SPSS 進行獨立樣本單因子共變數分析，「對流課程學習回饋單」以分項及各題目進行獨立樣本單因子變異數分析(ANOVA)。

十、補救教學

為顧及研究倫理，依第一次統計分析的結果，於後測後一週，對於成績落後的組別進行補救教學，並於後測後一個月實施延宕測驗。

十一、第二次資料收集與建檔

將收集之延宕測驗成績輸入電腦建立檔案。。

十二、統計分析

「對流概念學習成就評量卷」延宕測驗成績以 SPSS 進行獨立樣本單因子共變數分析。

十三、結論與建議

依統計分析的結果，提出本研究的發現，並根據發現作成結論。最後依研究者在研究過程的心得及結論提出建議，作為後續研究的參考。本研究流程如圖 3-2：

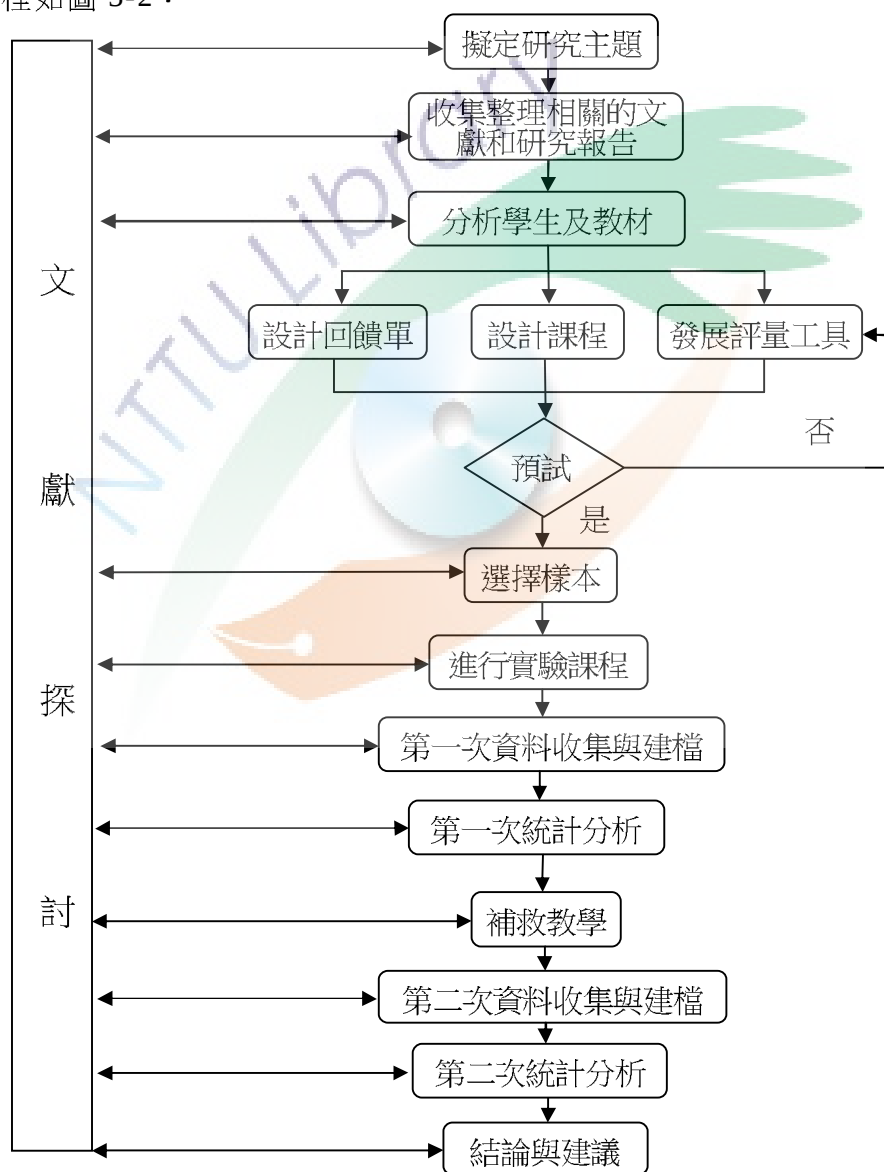


圖 3-2 研究流程圖

第三節 實驗設計

一、不相等控制組設計

本研究基於行政協調、教學實驗、電腦設備及人力支援等因素，採準實驗研究法中的不相等控制組設計(Nonequivalent-Control Group Design)(周文欽，2006)，再加上補救教學及延宕測驗，其實驗設計模式如表3-1：

表 3-1 本研究之不相等控制組設計

實驗組別	共變數	實驗教學	後測成績	補救教學	延宕測驗
實驗甲組	O1	X1	O2		O3
實驗乙組	O4	X2	O5	X3	O6
控制組	O7	C	O8	X4	O9

(一)實驗分組

本實驗依不同的教學策略共分三組。

- 1.實驗甲組：實施「多元表徵交互應用策略」。
- 2.實驗乙組：只實施「多媒體展示教學表徵」。在教學活動中，只有多媒體的展示，沒有加入實驗操作的教學表徵，且無使用任何的教學策略。
- 3.控制組：不實施「多元表徵交互應用策略」及「多媒體展示教學表徵」。只以傳統的講述法進行教學。

(二)共變數

O1、O4、O7 代表各組的先備知識，即各組學習者前一學期自然與生活科技領域的成績。前一學期的自然與生活科技成績包含二次期中評量成績、一次期末評量成績及平常成績，各佔 25%，計算公式如下： $[(\text{第一次評量成績} + \text{第二次評量成績} + \text{期末評量成績} + \text{平常成績}) \div 4]$ 。平常成績由四次作業成績，二次實驗操作成績及口頭發表成績所組成，計算公式如下： $[(\text{四次作業成績總和}) \div 4 * 0.33 + (\text{二次實驗操作成績}) \div 2 * 0.33 + \text{口頭發表成績} * 0.33 + 1]$ 。

本研究之共變數不採「對流概念學習成就評量卷」之前測成績，而採前一學期自然與生活科技領域總成績之原因為前一學期之總成績

因包含多次的評量成績，是故較為客觀。前測因為多為學習者未習得的概念，所以有很多不會之題目在作答時是用猜測的，分數較不能客觀呈現學習者的起點行為。因此以前一學期之總成績為共變數將會使實驗的效度提昇。

(三)實驗教學

X1、X2 是指 treatment，即實驗時的自變項。X1 是指應用「多元表徵交互應用策略」，在進行教學活動時，以「多媒體展示教學表徵」及「示範操作教學表徵」有設計的交互呈現。X2 則指單用「多媒體展示教學表徵」進行教學，C 則是代表實施「一般教學」，主要以課本、黑板作為授課的工具。

(四)後測成績

O2、O5、O8 代表各組學習者在完成實驗教學後，在「對流概念學習成就評量卷」之後測成績，依學習者答對的題數，以 0~100 分來表示。

(五)補救教學

X3、X4 系指實驗教學完成後，對後測成績較差的班級實施補救教學。而因為教學進度的原故，是以補救教學以一節課為限時。實驗乙組已實施「多媒體展示教學表徵」，所以 X3 指單用「操作示範教學表徵」進行補救教學。X4 則指控制組應用「多元表徵交互應用策略」進行補救教學但課程部份可能教學活動時間較原來設計縮短。空白則是代表不實施補救教學。

(六)延宕測驗

O3、O6、O9 代表各組學習者在完成實驗教學後，經過八週後，再以「對流概念學習成就評量卷」進行測驗所得之成績。設計八週後施測的原因有：1.後測與延宕測驗所使用之測驗工具為同一份評量卷，怕學童有記憶的效應，影響實驗的準確性；2.實驗乙組及控制組有經過補救教學，而實驗甲組並沒有經過補救教學，如果重測時間太短，所測得的成效，就不是學後保留成效；3.在實驗教學結束後四週為學童第二次評量，是以教師與家長都會協助學童加強複習，因此重測時間選在第二次評量後四週，以避免上述的影響。

二、實驗設計流程

本研究依研究目的、研究問題、研究假設及準實驗設計法之不相等控制組設計，將實驗設計流程規畫如圖3-3：

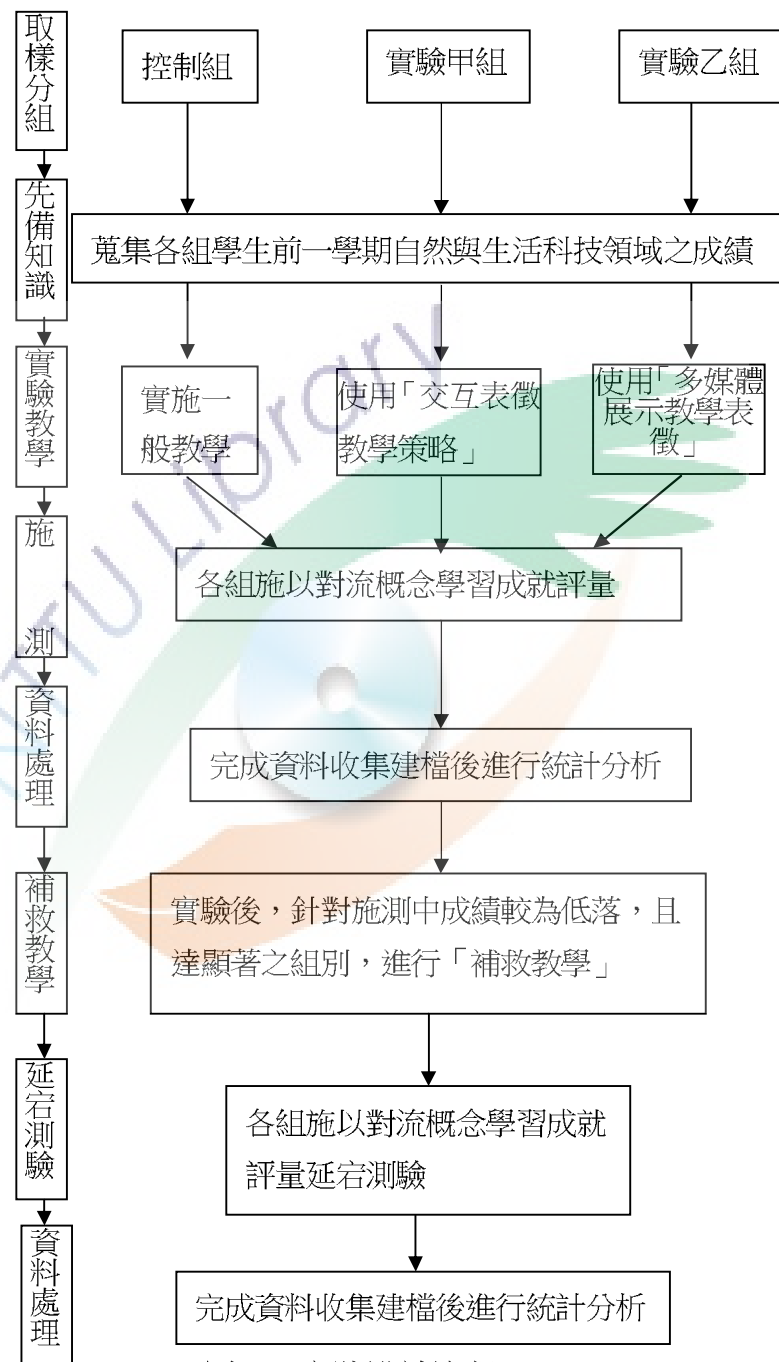


圖3-3 實驗設計流程

(一)取樣分組

由研究者任教學國小五年級七個班級中抽取三個班級。依班別進行實驗甲組、實驗乙組及控制組分派，每班分成六小組。於實驗前四週，隨機將學生分派到班級各小組。

(二)先備知識

與參與本次研究班級的導師進行溝通，以取得各組學生前一學期自然與生活科技領域之成績。

(三)實驗教學

而所有的科學概念是由一個個的子概念所組成的，分析自然與生活科技學習領域的教學活動設計，在教學時每一教學活動都是以一個概念做為課程內容，而國內大部份的研究都是針對一個單元來進行實驗。但一個單元中可能包含五、六個子概念，而教學策略在實施時，若包含太多子概念，可能會造成策略在某一概念的教學特別有效，在統計上的效應太強，而隱藏了對其他概念教學的不顯著。是以本研究以一個概念做為實驗課程，主要的目的在於將教學策略對概念教學的效果呈現，不受其它教學的效果影響。

為增加研究的正確性，避免不必要干擾變項，如學習者課後學習(補習或複習)、同儕討論...等，影響「對流概念學習成就評量卷」後測的成績。故於同一週由同一位授課者於同一教室中進行教學。

(四)實施後測

教學結束後，立即進行「對流概念學習成就評量」。回饋單填寫及訪談記錄於實驗教學後於三天內實施，以避免學習者因時間而淡忘了自己的學習態度、授課時的教學情境及對教學媒體的觀感。

(五)資料處理

將「對流概念學習成就評量卷」收回批改。在完成「對流課程學習回饋單」後，依學習者編號將所得之資料，鍵入電腦，利用 SPSS 進行統計分析。

(六)補救教學

因考慮研究倫理，於實驗教學後，將針對學習成效較差的班級將進行補救教學，以提升學生的學習成效，讓學生的受教權不會因教學實驗而受到影響。

(七)延宕測驗

於實驗教學後八週，在不事先通知的情況下，利用各班導師時間，實施「對流概念學習成就評量卷」之延宕測驗。

(八)資料處理

再次進行資料處理，將「對流概念學習成就評量卷」收回批改，將所得成績鍵入電腦，利用 SPSS 進行統計分析。

第四節 研究樣本

一、樣本來源與取樣方法

基於行政協調、教學實驗、電腦設備及人力支援等因素採方便取樣，以研究者所任教的屏東縣○○國民小學五年級學童為研究對象，該校為屏東縣資訊種子初級，中級與資訊典範學校，對於資訊融入教學已行之有年。該校地處屏東市市郊，附近為住宅區，學生人數約為1300人，共有41班。五年級有八個班級，學生有1/4為越區就讀，學生家長多為中上階層，學生家庭多數為中等社會經濟背景，同質性高。一、三、五年級編班一次，皆實施S形常態編班。且為提升本研究的內在效度，教學者、學生教室及施測日都一致。本研究的樣本分為「預試樣本」、「正式樣本」兩類，取樣、分派方式詳述如表3-2：

表3-2 樣本分析表

分析 樣本	母體	抽樣方式	後續處理
預試樣本	屏東縣○○國民小學 五年級學生	以「班級」為單位 隨機抽出一個班 級32人	進行預測實驗，實驗後修正 前導組織、教案及評鑑工 具。
正式樣本	屏東縣○○國民小學 五年級學生	以「班級」為單位 隨機抽出三個班 級共95人	隨機分派至實驗甲組、實驗 乙組及控制組，實驗後對樣 本進行意見調查。

資料來源：研究者自行整理

以班級為單位，利用代表班級編號1~8號的八顆號碼球，隨機抽出一個班級作為預試組，此班級有32人。取正式樣本時，先將代表預測班的號碼球拿走後，第一個抽出的號碼為實驗甲組，此班學生人數有31人；第二個抽出的號碼為實驗乙組，此班學生人數有32人；最後抽出控制組，此班學生人數有32人。參與整個研究的學生人數合計127人。參與正式實驗教學有效樣本數共計95人。

二、學生分析

根據Piaget(1970)的認知發展論，指出國小高年級學生(約十一歲至十二歲)的認知發展，處在具體運思期(七歲至十一歲)和形式運思期(十一歲至十五歲)之間(張春興，1999)，以下略述兩時期的特徵：

(一)具體運思期

此時期兒童在思考上，主要特徵是能依循邏輯法則來推理問題，但限於可見的具體情境，或者是熟悉的經驗。是故，在課堂中仍需實物來輔助教學。

(二)形式運思期

在這個階段，學生的思維能力已漸達成熟階段。能對問題情境提出假設，並進行實驗，以獲得答案。在推理研究時，也不一定要有現實、具體的形象作為依據。

結合Bruner (1966)的認知表徵論及Piaget(1970)的認知發展論，研究者認為國小高年級的學生處在具體運思和形式運思兩時期的交會處，亦是符號表徵萌芽初期，在教材呈現上，仍有必要以具體實例來驗證。為了強化推理能力，教學者更應該在教學設計上充分讓學生練習和發揮。針對這時期學生發展的特性，研究者利用較具體表徵所設計的「多媒體展示教學表徵」與較抽象表徵所設計的「操作示範教學表徵」，並使用「多元表徵交互應用策略」來呈現教材，應可協助學生進行概念的學習，達到學習成效。

第五節 教材設計

本研究依多元表徵交互應用策略的步驟設計教材：

一、分析課程及學習者

(一)學科知識(Subject Matter Content Knowledge)

熱對流(Convective Heat Transfer)原理是靠介質(氣體與液體，簡稱流體)的運動而達到熱交換的目的。當下方流體受熱後，因體積膨脹造成下方的密度低於上方流體時，此時會產生一浮力差，上方流體會向下流動取代下方流體，下方流體受浮力的影響而往上方移動，熱在此種流體運動的循環下進行傳遞(周秋香，2005；王美芬、熊召弟，2006)其概念如圖 3-4。

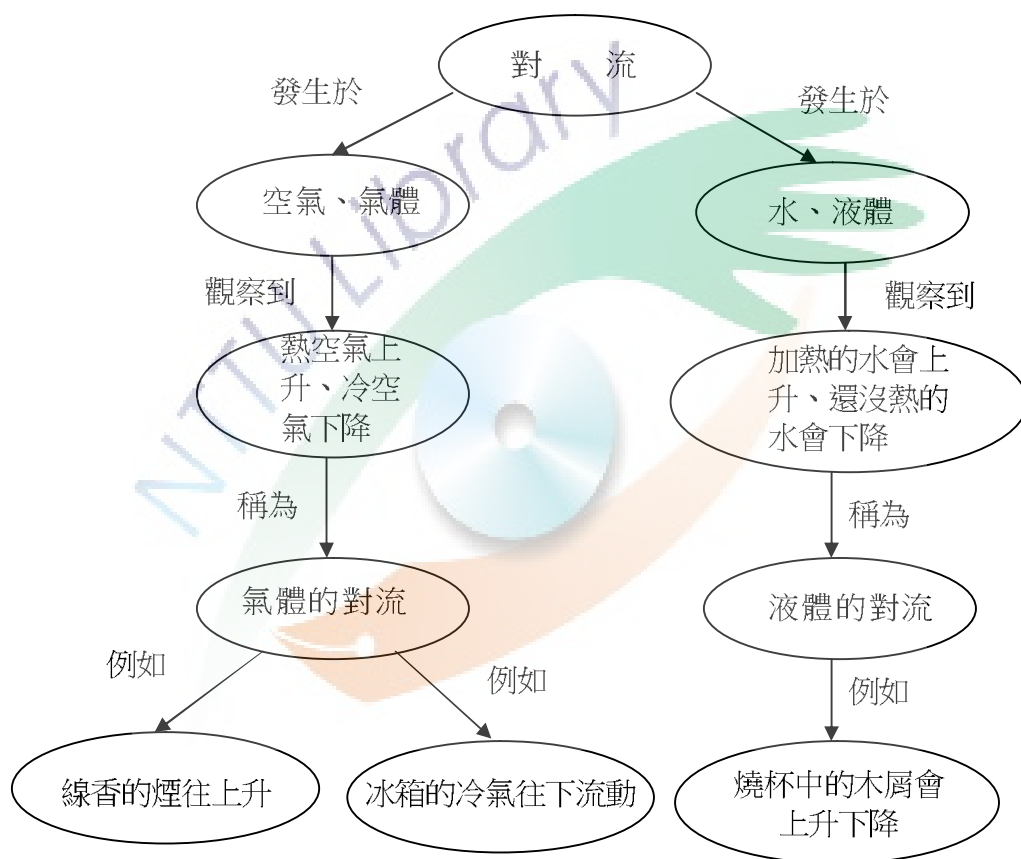


圖3-4 熱對流概念圖

(研究者自行整理，參考自王美芬、熊召弟，2006，p131)

(二)課程目標

本概念教學依認知、情意、技能領域訂定單元目標，並依據單元目標，列出教學具體目標如表 3-3。

表3-3 對流單元課程目標

單元目標		教學具體目標
認知 領域	1.了解熱的傳播方式	1.能說出熱的對流傳播方式
	2.了解熱對流的意義	2.能說出對流傳播方式，不會因液、 氣體的不同，而有所不同。
情意 領域	3.能了解實驗結果的意義	1.能細心觀察液、氣體對流傳播方式的特點
	4.知道實驗安全	1.從實驗操作示範中了解熱的對流
技能 領域	5.能操作實驗儀器的方法	方式
	6.知道熱傳播在生活科技上的應用	2.能舉例說明，日常生活中應用到對 流概念的事物。

資料來源：研究者自行整理

(三)課程的垂直與水平分析

1.課程的垂直分析(以康軒版課程為分析樣本):在國小的課程部分與本次課程有關的課程中是三年級上學期的第三單元空氣和風；與對流概念有關的課程主要目標為察覺空氣流動成風，並測量風向和風力。三年級下學期的第三單元奇妙的水；與對流概念有關的課程主要目標為察覺水有蒸發、凝結、三態、流動和浮力等性質。

在國中的課程部分與本次課程有關的有八年級上學期第五章溫度與熱的第四單元熱的傳播方式，課程主要目標有熱傳播的原理與方式及熱對流的現象與影響熱對流的原因。

2.課程水平分析：對流概念為五年級下學期的第三單元熱的傳播與保溫中的一個概念，在課程中與其相關的概念還有傳導概念(熱在固體的傳播方式)與輻射概念(熱在無介質的傳播方式)。

(四)學習者分析

學習者已經具備了測量溫度，觀察實驗操作並了解液體與氣體有流動現象的先備知識，而在認知表徵的發展歷程上，處於形象表徵到符號表徵的過渡期，所以在教學表徵設計時，應以動作表徵與形象表徵為主，以符號表徵為輔。而在本單元上課前，也已進行「傳導概念」之單元的教學做為學習本單元之前導組織。

二、選擇教學表徵形式

在對流課程內容中，包含了實驗操作。考慮本單元的實驗操作有一定的危險性、教學時間的限制以及實驗器材的不足。因此選擇以教學者操作示範實驗讓學習者觀察的教學表徵會是比較安全、能掌握教學時間並可彌補教學資源不足的表徵形式。

本研究學校科任教室內者有單槍投影機、布幕、擴音器...等資訊設備，而重點發展科目的教師亦配發筆記型電腦，所以在設備上可支援教學者以動畫方式呈現教學表徵。研究者考慮課程的需求、自我的能力與教學資源後，選擇以電腦自行製作教學動畫，作為本課程的教學表徵。一者能切合自己所設計的教學活動，其次對教學表徵有較好的熟悉度，在教學活動進行時才能靈活運用有效掌握。軟體的選擇上，以PowerPoint進行數位教材的製作。選擇PowerPoint原因在於PowerPoint有易於操作、易於修改、易於分享及普及率高的優點。在動畫設計時，依資訊融入教學表徵檢核表進行，完成後請兩位現場教學教師依資訊融入教學表徵檢核表進行檢核修正(附錄四)。

三、設計教學活動

依教學目標並參考康軒版在「熱的傳播」單元的活動設計，研究者在對流概念的教學中，設計了三個活動，分述如下：

(一) 九陽神功

設計試管加熱實驗操作流程及燒杯加熱的動畫。分別在裝了水與木屑的兩個試管之液面下一公分處與底部加熱後，觀察木屑的流動及測量水的溫度。實驗操作後，呈現燒杯加熱動畫，進行液體的對流現象說明。如次頁圖 3-5。

(二) 九陰真經

設計冷熱瓶實驗操作流程及冷熱瓶實驗的動畫。將空廣口瓶放入冰箱結凍，另一空廣口瓶放入熱水中加熱。然後將冷熱瓶取出，用白煙對熱空瓶中的空氣作標記。將冷熱瓶熱下冷上放置，中間以玻璃板隔開，抽出玻璃板後讓學習者觀察白煙的流動。而後不同的冷熱瓶冷下熱上放置再操作一次實驗作為對照組。實驗操作後，呈現冷熱瓶中氣體對流動畫，進行體的對流現象說明。如次頁圖 3-6。

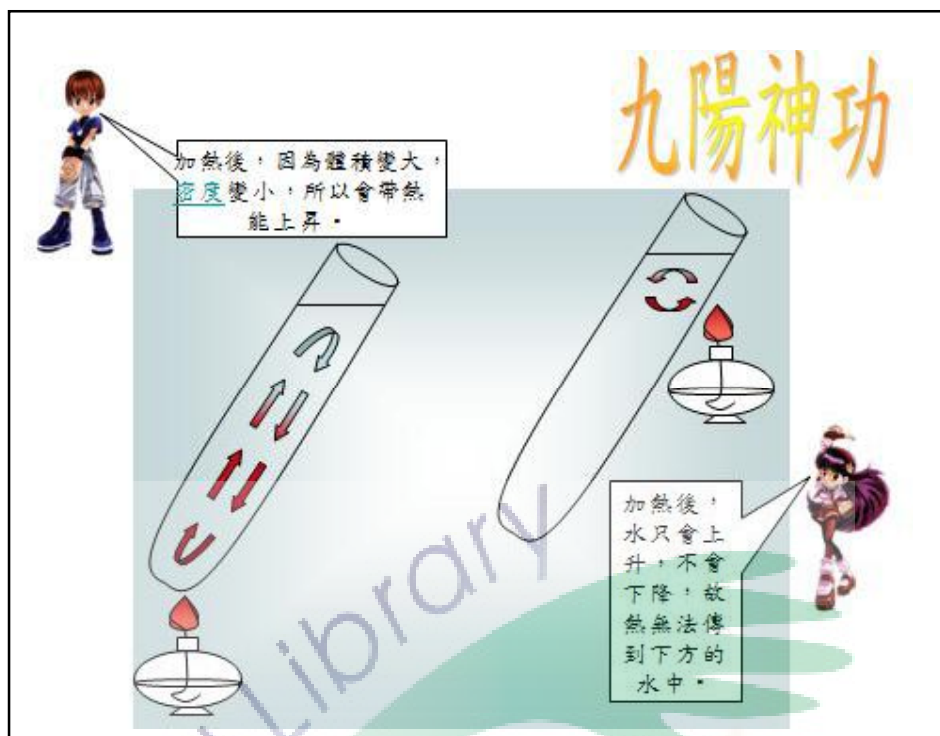


圖 3-5 燒杯加熱動畫圖

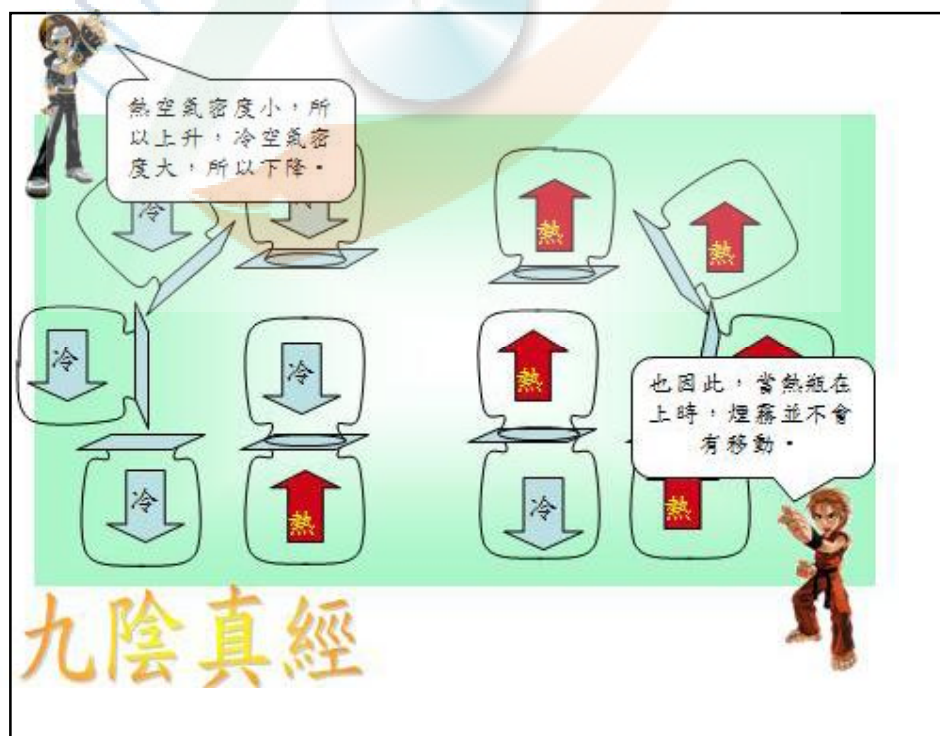


圖 3-6 冷熱瓶中氣體對流動畫圖

(三)吸星大法

配合學習者生活經驗中，與家人去廟宇朝拜，在燃燒金紙時金爐會自動吸入金紙的經驗設計密閉箱實驗操作流程及密閉箱實驗的動畫。利用一開兩孔的密閉箱，在箱中於其中一孔的下方放入燃燒的蠟燭，而在另一孔的箱外放置點燃的線香，讓學習者觀察煙的流動。實驗操作後，呈現密閉箱實驗的動畫，說明金爐自動吸入金紙的現象。密閉箱實驗動畫如圖 3-7。

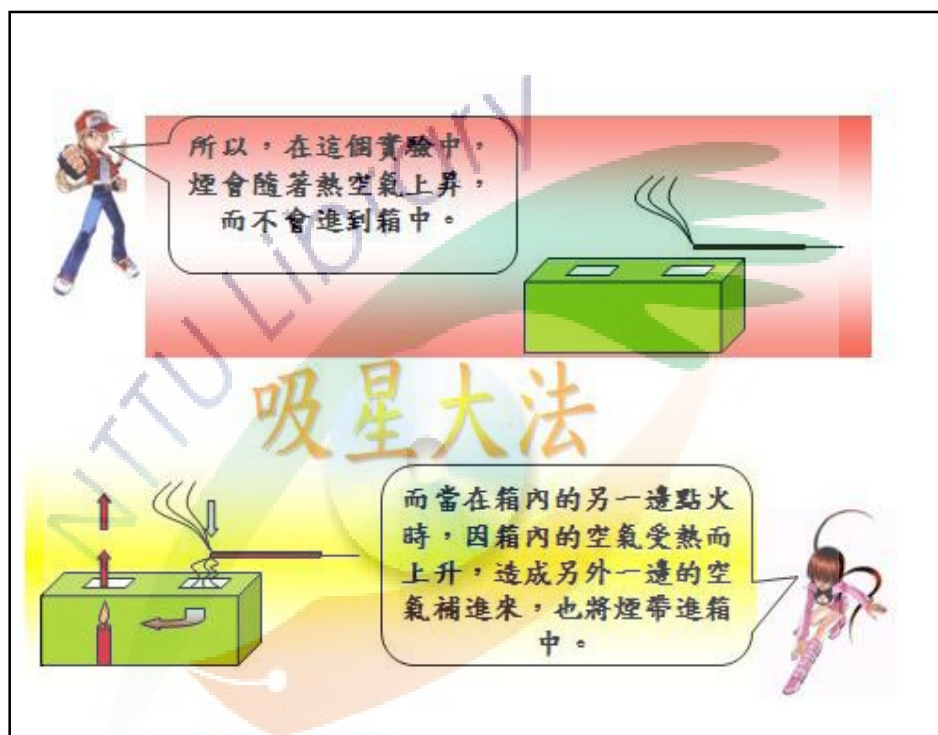


圖 3-7 密閉箱實驗動畫圖

而在教學活動前，依訊息處理論的教學原理，先引起學習者的注意力後，才進行教學活動，以提高教學成效。主要教學活動後以提問方式進行課程的綜合活動，協助學習者統整內化，最後進行評鑑及檢討反思，整個教學活動的設計架構如圖 3-8。

在其他兩組參與實驗的對照組及實驗乙組的教學活動設計是相同只有教學表徵的形式不同。實驗乙組只以動畫的教學表徵來進行教學活動，動畫的教學表徵反覆呈現兩次，對照組則以傳統的黑板繪圖來進行解說。三組的教學活動設計教案詳見附錄一、附錄二、附錄三。「媒體展示教學表

徵」詳見附錄四。

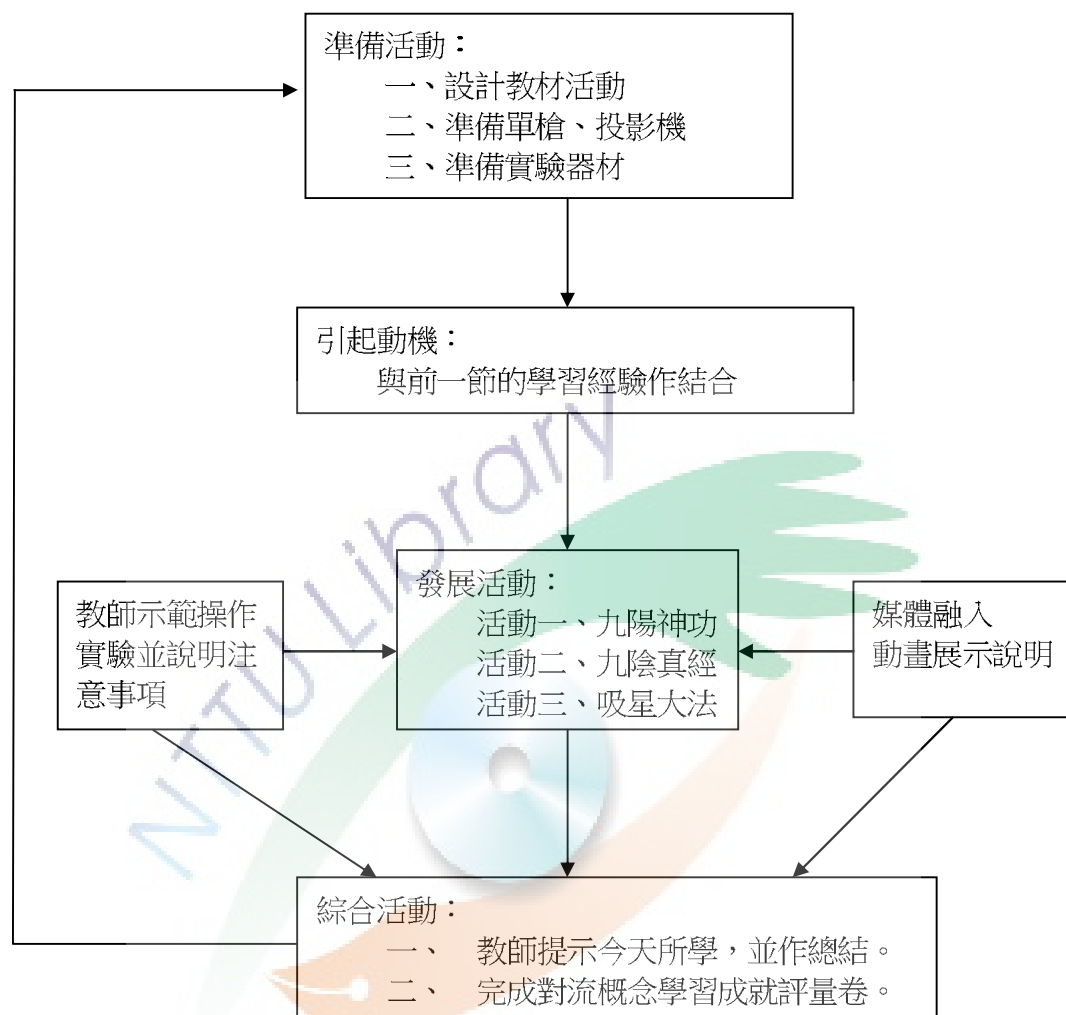


圖 3-8 對流概念教學活動流程圖

四、準備教學表徵

承接上一階段的設計教學活動，完成課前的準備工作，分成三個部分來進行：

(一)製作教學表徵

依課程、教學者分析的結果與教學活動設計的想法製作多媒體展示教學表徵。

(二)準備實驗器材

教學前準備課程所需的實驗器材：酒精燈，燒杯、廣口瓶、開口鐵箱，線香、石綿心網，三角架及打火機。並檢查器材是否堪用，以免實驗時發生意外。

(三)準備播放媒體

準備單槍投影機、筆記型電腦並在教學前進行測試，避免進行課程活動時，發生不熟悉操作或設備故障的意外發生，影響教學的進度。

五、決定教學表徵呈現順序

由先前的課程分析及學習者特徵決定教學表徵的呈現順序，本課程依 Gagné(1985)學習階層論以及 Bruner(1967)的認知表徵論，在教學時先呈現較容易具體可見的液體對流課程再進行較困難抽象不易觀察的氣體對流課程。教學表徵的呈現順序則先呈現較具體的「操作示範教學表徵」再呈現較抽象的「多媒體展示教學表徵」。

六、實施教學活動

進行教學活動時隨時注意學生反應，在進行實驗操作時，應關閉多媒體展示教學表徵。進行多媒體展示教學表徵，應結束實驗操作示範。使兩個教學表徵不會互相影響干擾，分散學習者的注意力，教學表徵不但達不到教學成效反而互為分神物。因教學限制，表徵的呈現次數先暫定一次，依教學時的現場情形，再做調整。但冷熱瓶實驗的「操作示範教學表徵」有實驗器材的限制，所以只能呈現一次。

七、評鑑

本次課程因涉及實驗的嚴謹性，所以總結性評量的工具於第六節做詳細的說明。形成性評量藉由課程中的提問，學習者的上課反應及綜合活動中的問題來實施。

八、檢討反思

根據總結性評量及態度回饋單的分析結果，進行檢討反思，修改調整教學表徵。使教學表徵更為完備，並在補救教學時可以進行應用。

第六節 研究工具

一、「對流概念學習成就評量卷」

本研究使用之「對流概念學習成就評量卷」為四選一之選擇題，內容包括氣體與液體的對流概念、實驗操作及生活應用三個層面。預試題目利用「對流概念雙項細目表」為工具，發展出二十五題試題，分成概念理解八題、實驗操作九題，及生活經驗八題。Bloom(1994)將認知分成六個層面，分別為知識、理解、應用、分析、綜合及評鑑，而綜合及評鑑比較適合問答題型，不易用選擇題呈現，故在本測驗卷中並沒有相關題目。預試試卷之題目與雙項細目間的關係整理如表3-4：

表 3-4 對流概念測驗卷雙向細目表(預測)

科目：自然與生活科技		版本：康軒		使用年級：五年級	
單元		對流概念			合計
課程內容		概念理解	實驗操作	生活經驗	
題型		四選一之選擇題			
知識	題號	11、25	1、9、15	12	6
	佔分	8	12	4	24
理解	題數	18、10	4、8	21、23	6
	佔分	8	8	8	24
應用	題數	13、19	24、17	6、16	6
	佔分	8	8	8	24
分析	題數	3、22	2、7	5、14、20	7
	佔分	8	8	12	28
合計	題數	8	9	8	25
	佔分	32	36	32	100

題目敘述再由二位課程專家及四位現場教師校對認可後，進行預測。試題預測班級為已完成同樣版本(康軒)的對流概念課程之同校六年級學生，共32人。預測主要目的為檢測、修正研究者設計之對流概念測驗卷，以增

加測驗卷之表面效度及內容效度。為已進行對流概念之學生，並依預測之難易度與鑑別度，進行修改刪除，使其成為本研究中可用之試題。二位課程專家為不同國立大學教育研究所之教授，四位現場教師為擔任二年以上自然與生活科技領域專任教師，其中一人具有數理教育碩士學位，二人在相關研究所進修。預試成績採授課後的後測成績，原因為學生已進行過課程，可減少學生對課程不熟悉導致答題時隨意猜測，降低難易度及鑑別度的正確性及可信度。

表3-5 「對流概念學習成就評量卷」難易度鑑別度分析分量表

向面	難易度	鑑別度
實驗操作（9 題）	0.56	0.42
概念理解（8 題）	0.46	0.55
生活應用（8 題）	0.6	0.47

Ebel & Frisbie(1991)提出好的測驗卷應具備難易度在五上下，鑑別度在四以上的條件，由表3-5可知在難易度及鑑別度上都符合Ebel & Frisbie所提出的標準。在對「對流概念學習成就評量卷」每一題目進行難易度鑑別度分析，整理如摘要表3-6。

表3-6 「對流概念學習成就評量卷」難易度鑑別度分析摘要表

面向	題號	難易度	鑑別度	選取
實驗操作	1	0.72	0.5	*
實驗操作	2	0.66	0.38	*
概念理解	3	0.5	0.88	*
實驗操作	4	0.72	0.38	*
生活經驗	5	0.69	0.63	*
生活經驗	6	0.72	0.25	*
實驗操作	7	0.75	0.5	*
實驗操作	8	0.28	0.25	*
實驗操作	9	0.72	0.63	*

(續下頁)

(承上頁)

面向	題號	難易度	鑑別度	選取
概念理解	10	0.75	0.5	*
概念理解	11	0.63	0.63	*
生活經驗	12	0.56	0.38	*
概念理解	13	0.34	0.5	*
生活經驗	14	0.59	0.75	*
實驗操作	15	0.47	0.25	*
生活經驗	16	0.38	0.38	*
實驗操作	17	0.72	0.38	*
概念理解	18	0.22	0.38	*
概念理解	19	0.22	0.63	*
生活經驗	20	0.66	0.25	*
生活經驗	21	0.59	0.63	*
概念理解	22	0.59	0.88	*
生活經驗	23	0.63	0.63	*
實驗操作	24	0	0	*
概念理解	25	0.47	0.25	*
正試測驗卷		0.54	0.48	

由表3-6可知大部分的題目都落在難易度0.2~0.8與鑑別度0.2以上的範圍內，除了第二十四題外。但研究者在訪談過預測學生後發現，已往的教學並沒有將這個實驗納入教學中，而研究者再三分析並與現場教學者討論後，並詢問學習者後，覺得這個題目為本次教學的重要概念，故仍將這個題目編入「對流概念學習成就評量卷」的正式試卷中。「對流概念學習成就評量卷」若扣除第二十四題後，難易度為0.57，鑑別度為0.49。由上可知，「對流概念學習成就評量卷」為一有效可用的測驗工具。

二、「對流課程學習回饋單」

本研究為了解學習者對於不同教學策略之態度與看法，以及對於「多媒體展示教學表徵」的接受度，參考陳昆益(2006)「地球科學」單元意見調查表設計「對流課程學習回饋單」，分成「學習情形」、「上課情形」及

「媒體應用」等三個分量表。於完成實驗教學後，對參與實驗教學之三組學童，即刻填寫，並把所蒐集到的資料利用描述性統計的方法加以說明，做為調整修正「多元交互教學策略」及對流概念之「多媒體教學表徵」的參考與建議。

「對流課程學習回饋單」為三部份組成，說明如下：

- (一)第一部分為個人基本資料，包括受試者之編碼、班級、學號及姓名。
- (二)第二部份為作答說明，說明填寫回饋單之方式。
- (三)第三部份為正式問卷內容，題型大致為勾選題，採李克特式五點量表，分成五個類別，分別為「非常同意」、「同意」、「沒有意見」、「不同意」與「非常不同意」。

正式問卷部份分為學習情形(1-14 題)、上課情形(15-26 題)以及媒體應用(第27-40 題)等三部份，共計四十題，依受試者同意程度加以填寫。在回饋單發展完成後，經由二位專家的意見成為預試卷，經預試後分析如表 3-7：

表3-7 對流課程學習回饋單Cronbach's α 信度係數摘要表

層面	各層面之 Cronbach's α 信度係數
學習情形(1-14 題)	0.87
上課情形(15-26 題)	0.88
媒體應用(27-40 題)	0.96
總量表	0.96

由表3-7顯示對流課程學習回饋單在學習情形分量表的Cronbach's α 值為0.87；上課情形分量表的Cronbach's α 值為0.88；媒體應用分量表的Cronbach's α 值為0.96，而對流課程學習回饋單總量表的Cronbach's α 值為0.96，都在0.87以上，為一高信度的可用問卷。

第七節 資料分析

資料收集完畢後則進行批改、計算得分。再把所得之研究資料輸入電腦，並使用SPSS(Statistics Package for Social Science)軟體進行資料分析。根據研究目的，主要採取下列分析方法：

一、描述性統計量

包括各組的先備知識與在「對流概念學習成就評量卷」後測得分、延宕測得分、不同的學習內涵及不同學習能力各項之平均數、標準差。「對流課程學習回饋單」則分成三個分量表及各個子題進行分數的轉換及百分比分析。

二、單因子共變數分析(ANCOVA)

以前一學期自然與生活科技學習領域的成績為共變數，先進行「同質性檢定」(Homogeneity Test)確定實驗組間並沒有差異後，針對「後測分數」、「後測之不同學習內涵分數」、「後測之不同學習能力分數」、「延宕測分數」、「延宕測之不同學習內涵分數」及「延宕測之不同學習能力分數」進行「共變數分析」之統計處理，若有差異則進行事後檢定。

三、單因子變異數分析(ANOVA)

「對流課程學習回饋單」的選項換算成分數，非常同意為五分、同意為四分，依此類推，把選項結果換算成分數。除19題反項題計分方式相反，非常同意為一分、同意為二分，無意見為三分，不同意為四分及非常不同意為五分。不同教學策略組別為自變項，選項得分為依變項，進行單因子變異數分析(ANOVA)，若有差異則進行事後檢定。



第四章 資料分析

本研究旨在探討運用「多元表徵交互應用策略」對於國小高年級學生在「對流概念」學習成效的影響。依據此目的，本章針對研究問題進行深入的探討，共分成四節，第一節分析不同教學策略的組別(多元表徵交互應用策略組、單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組)進行對流概念教學後，在「對流概念學習成就評量卷」之得分是否有顯著差異；第二節探討在學習成效較差的組別經過補救教學後是否能進步；第三節對於「對流課程學習回饋單」的施測結果進行分析與討論；第四節則依據研究結果回應本研究所提出之研究假設並回答本研究之研究問題。

第一節 「對流概念學習成就評量卷」後測 得分之分析

壹、不同教學策略之學習成效

一、不同組別的學生在先備知識與「對流概念學習成就評量卷」後測得分之敘述統計

參與本研究正式實驗教學為五年級學生，總人數為 95 人，分別為控制組(「一般教學」組)之學生 32 人及實驗甲組(多元表徵交互應用策略組)之學生 32 人及實驗乙組(單用「多媒體展示教學表徵」組)之學生 31 人。進行施測之「對流概念學習成就評量卷」為二十五題的四選一「選擇題」，每題配分為四分。給分規則為答對得分，未作答不給分，答錯不給分也不倒扣分。「對流概念學習成就評量卷」的最高分為 100 分，最低分為 0 分。學生在「對流概念學習成就評量卷」的得分越高，代表學生在「對流概念」的學習成效越佳，反之，得分越低則代表學習成效越不理想。先備知識為前一學期的自然與生活科技成績，包含二次期中評量成績、一次期末評量

成績及平常成績，各佔 25%，計算公式如下：[(第一次評量成績+第二次評量成績+期末評量成績+平常成績)÷4]。平常成績由四次作業成績，二次實驗操作成績及口頭發表成績所組成，其計算公式如下：[(四次作業成績總合)÷4*0.33+(二次實驗操作成績)÷2*0.33+口頭發表成績*0.33+1]。把三組學生的先備知識與「對流概念學習成就評量卷」後測得分之平均數與標準差，詳列於下表 4-1：

表 4-1 先備知識與「對流概念學習成就評量卷」得分之平均數與標準差

組別	人數	先備知識		後測	
		平均數	標準差	平均數	標準差
控制組 (「一般教學」組)	32	82.26	12.29	67.38	12.89
實驗甲組 (多元表徵交互應用策略組)	32	87.98	9.14	82.38	18.24
實驗乙組 (單用「多媒體展示教學表徵」組)	31	84.57	10.15	70.84	15.67

由表 4-1 的分析結果中，控制組在先備知識的平均分數為 82.26 分；實驗甲組在先備知識的平均分數為 87.98 分；實驗乙組在先備知識的平均分數為 84.57 分。在先備知識的平均分數上，實驗甲組比實驗乙組及控制組高，為三組最高，而實驗乙組又比控制組高。兩兩間的差距為實驗甲組與控制組相差 5.72 分，實驗甲組與實驗乙組相差 3.41 分及實驗乙組與控制組相差 2.31 分。控制組在先備知識的標準差為 12.29；實驗甲組在先備知識的標準差為 9.14；實驗乙組在先備知識的標準差為 10.15。在先備知識的標準差上，控制組比實驗乙組及實驗甲組高，為三組最高，而實驗乙組又比實驗甲組高。

經過不同教學策略的實驗教學後，在「對流概念學習成就評量卷」後測得分上，控制組的平均分數為 67.38 分；實驗甲組在的平均分數為 82.38 分；實驗乙組在先備知識的平均分數為 70.84 分。實驗甲組的平均得分高於實驗乙組及控制組得分，為三組之冠，而實驗乙組得分又高於控制組。三組間的相互差距為實驗甲組與控制組相差 15 分，實驗甲組與實驗乙組相差

11.54 分及實驗乙組與控制組相差 3.46 分。在「對流概念學習成就評量卷」後測得分的標準差方面，控制組在先備知識的標準差為 12.89；實驗甲組在先備知識的標準差為 18.24；實驗乙組在先備知識的標準差為 15.67。實驗甲組比實驗乙組及控制組高，為三組最高，而實驗乙組又比控制組高。

研究者發現經過實驗教學後，各組間的標準差有相對的變化。比較各組間先備知識的標準差時，發現控制組最大，實驗乙組次之，實驗甲組最小。表示以先備知識來看，控制組的組內差異最大，實驗乙組次之，實驗甲組最小。但經過實驗教學後，比較各組間「對流概念學習成就評量卷」後測得分的標準差時，反而發現實驗甲組最大，實驗乙組次之，控制組最小。代表以「對流概念學習成就評量卷」後測得分來看，實驗甲組的組內差異最大，實驗乙組次之，控制組最小。

二、「對流概念學習成就評量卷」後測得分之共變數分析

(一)「組內迴歸係數同質性」考驗

本研究為增進統計考驗力以及降低實驗誤差，採用獨立樣本單因子共變數分析法(ANCOVA)進行統計分析，所使用的統計軟體為 SPSS12.0 版。研究者以不同的教學策略為自變項，學生上學期自然與生活科技領域成績當成先備知識為共變量，「對流概念學習成就評量卷」後測得分為依變項。為求實驗之嚴謹，在資料進行共變數分析前先實施「組內迴歸係數同質性」考驗（Homogeneity of Within-Class Regression Coefficient），來檢驗其同質性，詳細結果如表 4-2：

表 4-2 後測得分之「組內迴歸係數同質性」考驗摘要表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	14.97	2	7.483	0.049	0.952
誤差	13652.47	89	153.4		

*p<0.05

由表 4-2 可知「組內迴歸係數同質性」考驗的 F 值為 0.049，顯著性 p 值為 0.952(p>0.05)，並未達統計上的顯著差異。表示自變項與共變項兩組分數的迴歸線斜率差異不顯著且滿足平行的條件，符合進行共變數分析時「組內迴歸係數同質性」的基本假設。可進行「對流概

念學習成就評量卷」後測得分的共變數分析。

(二)調整後的平均數

以各組的先備知識作為共變數，對各組於「對流概念學習成就評量卷」後測得分進行平均數的調整，以剔除先備知識對「對流概念學習成就評量卷」後測得分的影響，其結果整理如表 4-3：

表 4-3 剔除共變數的後測得分平均數

組別	人數	調整前平均數	調整後平均數
控制組	32	67.38	69.9
實驗甲組	32	82.38	79.52
實驗乙組	31	70.84	71.19

由表 4-3 可看出，利用共變數分析調整，把共變數對實驗教學的影響剔除後，控制組的平均得分由 67.38 分調整為 69.9 分，實驗甲組的平均得分由 82.38 分調整為 79.52 分，而實驗乙組的平均得分由 70.84 分調整為 71.19 分。實驗甲組得分最高，實驗乙組次之，控制組最低。兩兩間的差距為實驗甲組與控制組差為 9.62 分，實驗甲組與實驗乙組差為 8.33 分，而實驗乙組與控制組差為 1.29 分。

(三)「對流概念學習成就評量卷」後測得分之共變數分析

以不同的教學策略為自變項，先備知識為共變量，「對流概念學習成就評量卷」後測得分為依變項，進行獨立樣本單因子共變數分析。結果如表 4-4：

表 4-4 後測得分之共變數分析表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	1661.6	2	830.8	5.532	0.005*
誤差	13667.43	91	150.19		

*p<0.05

由表 4-4 可知分析不同教學策略組別所得之 F 值為 5.532，p 值為

0.005(<0.05) 已達統計上的顯著差異，因此再以費雪爾氏 LSD 法 (Fisher's Least Significant Difference) 進行事後比較，其結果如表 4-5：

表 4-5 後測得分以 LSD 法成對比較之分析表

組別	控制組	實驗甲組	實驗乙組
控制組	----	0.003*	0.677
實驗甲組	0.003*	----	0.009*
實驗乙組	0.677	0.009*	----

*p<0.05

由表 4-5 可知，實驗甲組與控制組間成對比較的 p 值為 0.003(<0.05)，達到統計上的顯著差異；實驗甲組與實驗乙組間成對比較的 p 值為 0.009(<0.05)，達到統計上的顯著差異；控制組與實驗乙組間成對比較的 p 值為 0.677(>0.05)，並未達到統計上的顯著差異。綜上結果可說明實驗甲組的「對流概念學習成就評量卷」後測得分優於其他兩組。控制組與實驗乙組間的「對流概念學習成就評量卷」後測得分並無差異。換言之，學生在學習「對流概念」時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學習成效優於接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」；學生接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」學習「對流概念」時，學習成效並沒有差異。

貳、不同教學策略對於不同學習內涵的 學習成效之共變數分析

「對流概念學習成就評量卷」是依不同學習內涵所設計的，包括概念理解八題、實驗操作九題，及生活經驗八題，以下分別對這三種不同的學習內涵進行共變數分析。

一、不同教學策略對於概念理解分項得分之共變數分析

為了解不同教學策略對於學生在「對流概念」學習之概念理解分項的學習成效是否有顯著差異。研究者以不同的教學策略為自變項，學生上學期自然與生活科技領域成績當成先備知識為共變量，「對流概念學習成就評量卷」概念理解分項之後測得分為依變項，進行共變數分析(ANCOVA)。

(一) 概念理解分項後測得分之「組內迴歸係數同質性」考驗

為求實驗之嚴謹，在資料進行共變數分析前先實施「組內迴歸係數同質性」考驗(Homogeneity of Within-Class Regression Coefficient)，來檢驗其同質性，其結果如表 4-6：

表 4-6 概念理解分項後測得分之「組內迴歸係數同質性」考驗摘要表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	33.17	2	16.58	0.473	0.625
誤差	3120.85	89	35.07		

* $p < 0.05$

由表 4-6 可知，「組內迴歸係數同質性」考驗的 F 值為 0.473，顯著性 p 值為 0.625($p > 0.05$)，並未達統計上的顯著差異。表示自變項與共變項兩組分數的迴歸線斜率差異不顯著且滿足平行的條件，符合進行共變數分析時「組內迴歸係數同質性」之基本假設。可對「對流概念學習成就評量卷」概念理解分項之後測得分進行共變數分析。

(二) 概念理解分項之後測得分之描述性統計量

以各組的先備知識作為共變數，對各組於「對流概念學習成就評量卷」概念理解分項之後測得分進行平均數的調整，以剔除先備知識對「對流概念學習成就評量卷」概念理解分項之後測得分的影響，其結果整理如表 4-7：

表 4-7 概念理解分項之後測得分之描述性統計量

組別	人數	概念理解分項得分		調整後 平均數
		平均數	標準差	
控制組	32	19.75	8.12	20.79
實驗甲組	32	25.5	6.16	24.32
實驗乙組	31	21.03	7.08	21.18

由上表說明，控制組在「概念理解」分項之後測得分的平均分數為 19.75 分；實驗甲組在「概念理解」分項之後測得分的平均分數為 25.5 分；實驗乙組在「概念理解」分項之後測得分的平均分數為 21.03 分。在「對流概念學習成就評量卷」概念理解分項後測得分的平均分數上，實驗甲組比實驗乙組及控制組高，為三組最高，而實驗乙組又比控制組高。兩兩間的差距為實驗甲組與控制組相差 5.75 分，實驗甲組與實驗乙組相差 4.47 分及實驗乙組與控制組相差 1.28 分。控制組在概念理解分項後測得分的標準差為 8.12；實驗甲組在概念理解分項後測得分的標準差為 6.16；實驗乙組在概念理解分項後測得分的標準差為 7.08。在概念理解分項後測得分的標準差上，控制組比實驗乙組及實驗甲組高，為三組最高，而實驗乙組又比實驗甲組高。

利用共變數分析調整，把共變數對實驗教學的影響剔除後，控制組的「概念理解」分項之後測得分平均得分由 19.75 分調整為 20.79 分；實驗甲組「概念理解」分項之後測得分的平均得分由 25.5 分調整為 24.32 分；而實驗乙組「概念理解」分項之後測得分的平均得分由 21.03 分調整為 21.18 分。其中實驗甲組得分最高，實驗乙組次之，控制組最低。各組兩兩間的差距分別為實驗甲組與控制組差 3.53 分，實驗甲組與實驗乙組差 3.14 分，而實驗乙組與控制組差為 0.39 分。

(三)「對流概念學習成就評量卷」概念理解分項後測得分之共變數分析

以不同的教學策略為自變項，先備知識為共變量，「對流概念學習成就評量卷」概念理解分項之後測得分為依變項，進行獨立樣本單因子共變數分析。結果如表 4-8：

表 4-8 概念理解分項後測得分之共變數分析表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	227.59	2	113.795	3.28	0.042*
誤差	3154.02	91	34.66		

*p<0.05

由表 4-8 可知，分析不同教學策略組別所得之 F 值為 3.28，p 值為 0.042(<0.05) 已達統計上的顯著差異，因此再以費雪爾氏 LSD 法 (Fisher's Least Significant Difference) 進行事後比較，其結果如表 4-9：

表 4-9 概念理解分項後測得分以 LSD 法成對比較之分析表

組別	控制組	實驗甲組	實驗乙組
控制組	----	0.022*	0.797
實驗甲組	0.022*	----	0.039*
實驗乙組	0.797	0.039*	----

*p<0.05

由表 4-9 可知，實驗甲組與控制組間成對比較的 p 值為 0.022(<0.05)，達到統計上的顯著差異；實驗甲組與實驗乙組間成對比較的 p 值為 0.039(<0.05)，達到統計上的顯著差異；控制組與實驗乙組間成對比較的 p 值為 0.797(>0.05)，並未達到統計上的顯著差異。綜上結果可說明實驗甲組的「對流概念學習成就評量卷」概念理解分項之後測得分優於其他兩組。控制組與實驗乙組間的「對流概念學習成就評量卷」概念理解分項之後測得分並無差異。換言之，學生學習「對流概念」的概念理解分項概念時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學習成效優於接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」；學生接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」學習「對流概念」的概念理解分項概念時，學習成效並沒有差異。

二、不同教學策略對於實驗操作分項得分之共變數分析

為了解不同教學策略對於學生在「對流概念」學習之實驗操作分項的學習成效是否有顯著差異。研究者以不同的教學策略為自變項，學生上學

期自然與生活科技領域成績當成先備知識為共變量。「對流概念學習成就評量卷」中之實驗操作分項之後測得分為依變項，進行共變數分析(ANCOVA)。

(一)實驗操作分項後測得分之「組內迴歸係數同質性」考驗

為求實驗之嚴謹，在資料進行共變數分析前先實施「組內迴歸係數同質性」考驗(Homogeneity of Within-Class Regression Coefficient)，來檢驗其同質性，其結果如表 4-10：

表 4-10 實驗操作分項後測得分「組內迴歸係數同質性」考驗摘要表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	21.99	2	11	0.335	0.716
誤差	2920.79	89	32.82		

* $p < 0.05$

由表 4-10 可知，「組內迴歸係數同質性」考驗的 F 值為 0.335，顯著性 p 值為 0.716($p > 0.05$)，並未達統計上的顯著差異。表示自變項與共變項兩組分數的迴歸線斜率差異不顯著且滿足平行的條件，符合進行共變數分析時「組內迴歸係數同質性」之基本假設。可對「對流概念學習成就評量卷」實驗操作分項之後測得分進行共變數分析。

(二)實驗操作分項後測得分之描述性統計量

以各組的先備知識作為共變數，對各組於「對流概念學習成就評量卷」實驗操作分項之後測得分進行平均數的調整，以剔除先備知識對「對流概念學習成就評量卷」實驗操作分項之後測得分的影響，其結果整理如表 4-11：

表 4-11 實驗操作分項後測得分之描述性統計量

組別	人數	實驗操作分項得分		調整後 平均數
		平均數	標準差	
控制組	32	25.88	7.4	26.74
實驗甲組	32	30.62	4.94	29.64
實驗乙組	31	27.61	7.26	27.73

由上表可得，控制組在「實驗操作」分項之後測得分的平均分數為 25.88 分；實驗甲組在「實驗操作」分項之後測得分的平均分數為 30.62 分；實驗乙組在「實驗操作」分項之後測得分的平均分數為 27.61 分。在「對流概念學習成就評量卷」實驗操作分項後測得分的平均分數上，實驗甲組比實驗乙組及控制組高，為三組最高，而實驗乙組又比控制組高。各組兩兩間的差距為實驗甲組與控制組相差 4.74 分，實驗甲組與實驗乙組相差 3.01 分及實驗乙組與控制組相差 1.73 分。控制組在實驗操作分項後測得分的標準差為 7.4；實驗甲組在實驗操作分項後測得分的標準差為 4.94；實驗乙組在實驗操作分項後測得分的標準差為 7.26。在實驗操作分項後測得分的標準差上，控制組為三組最高但與實驗乙組幾無相差，反觀實驗甲組與其他兩組的標準差小許多。實驗操作分項後測得分實驗甲組的平均得分為 30.62 分，離此分項的滿分 36 分只有 5.32 分的差距，這可能是統計上的天花板效應（Ceiling Effect），當群體呈負偏態時，數據多數集中在偏高的一端，分數不容易突破高分端，彷彿有一個天花板（或真的存在一個高分限制條件）阻擋了數據往高分移動，造成標準差變小。

利用共變數分析調整，把共變數對實驗教學的影響剔除後，控制組的「實驗操作」分項之後測得分平均得分由 25.88 分調整為 26.74 分；實驗甲組「實驗操作」分項之後測得分的平均得分由 30.62 分調整為 29.64 分；而實驗乙組「實驗操作」分項之後測得分的平均得分由 27.61 分調整為 27.73 分。其中實驗甲組得分最高，實驗乙組次之，控制組最低。各組兩兩間的差距為實驗甲組與控制組相差 2.9 分，實驗甲組與實驗乙組相差 1.19 分，而實驗乙組與控制組之差為 0.99 分。

(三)「對流概念學習成就評量卷」實驗操作分項後測得分之共變數分析

以不同的教學策略為自變項，先備知識為共變量，「對流概念學習成就評量卷」實驗操作之後測得分為依變項，進行獨立樣本單因子共變數分析。結果如表 4-12：

表 4-12 實驗操作分項後測得分之共變數分析表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	131.87	2	65.94	2.04	0.136
誤差	2942.78	91	32.34		

*p<0.05

由表 4-12 可知，分析不同教學策略組別所得之 F 值為 2.04，p 值為 0.136(>0.05)，並未達到統計上的顯著差異，因此不需進行事後比較，其結果說明三組學生在「對流概念學習成就評量卷」實驗操作分項之後測得分並無差異。換言之，學生學習「對流概念」的實驗操作分項概念時，接受「多元表徵交互應用策略」、「一般教學法」或單用「多媒體展示教學表徵」在學習成效並沒有差異。

三、不同教學策略對於生活經驗分項得分之共變數分析

為了解不同教學策略對於學生在「對流概念」學習之生活經驗分項的學習成效是否有顯著差異。研究者以不同的教學策略為自變項，學生上學期自然與生活科技領域成績當成先備知識為共變量。「對流概念學習成就評量卷」生活經驗分項之後測得分為依變項，進行共變數分析(ANCOVA)。

(一) 生活經驗分項後測得分之「組內迴歸係數同質性」考驗

為求實驗之嚴謹，在資料進行共變數分析前先實施「組內迴歸係數同質性」考驗(Homogeneity of Within-Class Regression Coefficient)，來檢驗其同質性，其結果如表 4-13：

表 4-13 生活經驗分項後測得分「組內迴歸係數同質性」考驗摘要表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	38.43	2	19.22	0.677	0.511
誤差	2524.56	89	28.37		

*p<0.05

由表 4-13 可知，「組內迴歸係數同質性」考驗的 F 值為 0.677，顯著性 p 值為 0.511(p>0.05)，並未達統計上的顯著差異。表示自變項與共變項兩組分數的迴歸線斜率差異不顯著且滿足平行的條件，符合

進行共變數分析時「組內迴歸係數同質性」之基本假設。可對「對流概念學習成就評量卷」生活經驗分項的後測得分進行共變數分析。

(二) 生活經驗分項後測得分之描述性統計量

以各組的先備知識作為共變數，對各組於「對流概念學習成就評量卷」後測得分進行平均數的調整，以剔除先備知識對「對流概念學習成就評量卷」生活經驗分項後測得分的影響，其結果整理如表 4-14：

表 4-14 生活經驗分項後測得分之描述性統計量

組別	人數	生活經驗分項得分		調整後 平均數
		平均數	標準差	
控制組	32	21.75	6.34	22.36
實驗甲組	32	26.25	4.54	25.26
實驗乙組	31	22.19	6.35	22.28

由上表說明，控制組在「生活經驗」分項之後測得分的平均分數為 21.75 分；實驗甲組在「生活經驗」分項之後測得分的平均分數為 26.25 分；實驗乙組在「生活經驗」分項之後測得分的平均分數為 22.19 分。在「對流概念學習成就評量卷」生活經驗分項後測得分的平均分數上，實驗甲組比實驗乙組及控制組高，為三組最高，而控制組又比實驗乙組高。兩兩間的差距為實驗甲組與控制組相差 4.5 分，實驗甲組與實驗乙組相差 4.06 分及實驗乙組與控制組相差 0.44 分。控制組在生活經驗分項後測得分的標準差為 6.34；實驗甲組在生活經驗分項後測得分的標準差為 4.54；實驗乙組在生活經驗分項後測得分的標準差為 6.35。在生活經驗分項後測得分的標準差上，實驗乙組比控制組及實驗甲組高，為三組最高，而控制組又比實驗甲組高，但實驗乙組比控制組已幾無相差。

利用共變數分析調整，把共變數對實驗教學的影響剔除後，控制組的「生活經驗」分項之後測得分平均得分由 21.75 分調整為 22.36 分；實驗甲組「生活經驗」分項之後測得分的平均得分由 26.25 分調整為 25.26 分；而實驗乙組「生活經驗」分項之後測得分的平均得分由 22.19 分調整為 22.28 分。其中實驗甲組得分最高，控制組次之，實驗乙組最

低。兩兩間的差距為實驗甲組與控制組差為 2.9 分，實驗甲組與實驗乙組差為 2.98 分而控制組與實驗乙組差為 0.08 分。

(三)「對流概念學習成就評量卷」生活經驗分項後測得分之共變數分析

以不同的教學策略為自變項，先備知識為共變量，「對流概念學習成就評量卷」生活經驗之後測得分為依變項，進行獨立樣本單因子共變數分析。結果如表 4-15：

表 4-15 生活經驗分項後測得分之共變數分析表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	214.27	2	107.13	3.8	0.026*
誤差	2563	91	28.17		

*p<0.05

由表 4-15 可知，分析不同教學策略組別所得之 F 值為 3.8，p 值為 0.026(<0.05) 已達統計上的顯著差異，因此再以費雪爾氏 LSD 法 (Fisher's Least Significant Difference) 進行事後比較，其結果如表 4-16：

表 4-16 生活經驗分項後測得分以 LSD 法成對比較之分析表

組別	控制組	實驗甲組	實驗乙組
控制組	----	0.021*	0.953
實驗甲組	0.021*	----	0.017*
實驗乙組	0.953	0.017*	----

*p<0.05

由表 4-16 可知，實驗甲組與控制組間成對比較的 p 值為 0.021(<0.05)，達到統計上的顯著差異；實驗甲組與實驗乙組間成對比較的 p 值為 0.017(<0.05)，達到統計上的顯著差異；控制組與實驗乙組間成對比較的 p 值為 0.953(>0.05)，並未達到統計上的顯著差異。綜上結果可說明實驗甲組的「對流概念學習成就評量卷」生活經驗分項之後測得分優於其他兩組。控制組與實驗乙組間的「對流概念學習成

就評量卷」生活經驗分項之後測得分並無差異。換言之，學生學習「對流概念」的生活經驗分項概念時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學習成效優於接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」；學生接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」學習「對流概念」的生活經驗分項概念時，學習成效並沒有差異。

參、不同教學策略對不同學習能力者學習 成效之影響

為了解不同教學策略對不同學習能力者學習成效之影響，把不同教學策略組中的學生，依上學期自然與生活科技領域成績的高低，分成前 1/2 為高分組及後 1/2 為低分組，高分組的人數為控制組(「一般教學」組)之學生 16 人及實驗甲組(多元表徵交互應用策略組)之學生 16 人及實驗乙組(單用「多媒體展示教學表徵」組)之學生 16 人，共 48 人。低分組的人數為控制組之學生 16 人及實驗甲組之學生 16 人及實驗乙組之學生 15 人，共 47 人。單就高分組與低分組分別進行獨立樣本共變數分析(ANCOVA)，以探討不同教學策略對不同學習能力者的學習成效是否有顯著差異。

一、高分組學生在「對流概念學習成就評量卷」後測得分之共變數分析

為求實驗之嚴謹，在資料進行共變數分析前先實施「組內迴歸係數同質性」考驗 (Homogeneity of Within-Class Regression Coefficient)，來檢驗其同質性。

(一)「組內迴歸係數同質性」考驗

研究者以不同的教學策略為自變項，學生上學期自然與生活科技領域成績當成先備知識為共變量。高分組學生在「對流概念學習成就評量卷」後測得分為依變項，進行「組內迴歸係數同質性」考驗，詳細結果如表 4-17：

表 4-17 高分組學生在後測得分「組內迴歸係數同質性」考驗摘要表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	39.78	2	19.89	0.145	0.866
誤差	5777.03	42	137.55		

* $p < 0.05$

由表 4-17 可知「組內迴歸係數同質性」考驗的 F 值為 0.145，顯著性 p 值為 0.866($p > 0.05$)，並未達統計上的顯著差異。表示自變項與共變項兩組分數的迴歸線斜率差異不顯著且滿足平行的條件，符合進行共變數分析時「組內迴歸係數同質性」的基本假設。可進行高分組學生之「對流概念學習成就評量卷」後測得分的共變數分析。

(二) 高分組之後測得分之描述性統計量

以各高分組學生的先備知識作為共變數，對於各高分組學生在「對流概念學習成就評量卷」後測得分進行平均數的調整，以剔除先備知識對「對流概念學習成就評量卷」後測得分的影響，其結果整理如表 4-18：

表 4-18 高分組之後測得分之描述性統計量

組別	人數	後測得分		調整後
		平均數	標準差	平均數
控制組	16	77.75	12.56	77.67
實驗甲組	16	88.5	7.57	87.07
實驗乙組	16	79.25	13.87	80.75

由上表說明，控制組在「對流概念學習成就評量卷」之後測得分的平均分數為 77.75 分；實驗甲組在「對流概念學習成就評量卷」之後測得分的平均分數為 88.5 分；實驗乙組在「對流概念學習成就評量卷」之後測得分的平均分數為 79.25 分。在「對流概念學習成就評量卷」後測得分的平均分數上，實驗甲組比實驗乙組及控制組高，為三組最高，而實驗乙組又比控制組高。兩兩間的差距為實驗甲組與控制組相差

10.75 分，實驗甲組與實驗乙組相差 9.25 分及實驗乙組與控制組相差 1.5 分。控制組在後測得分的標準差為 12.56；實驗甲組在後測得分的標準差為 7.57；實驗乙組在後測得分的標準差為 13.87。在後測得分的標準差上，實驗乙組比控制組及實驗甲組高，為三組最高，而控制組又比實驗甲組高。

利用共變數分析調整，把共變數對實驗教學的影響剔除後，控制組的「對流概念學習成就評量卷」之後測得分平均得分由 77.75 分調整為 77.67 分；實驗甲組「對流概念學習成就評量卷」之後測得分的平均得分由 88.5 分調整為 87.07 分；而實驗乙組「對流概念學習成就評量卷」之後測得分的平均得分由 79.25 分調整為 80.75 分。其中實驗甲組得分最高，實驗乙組次之，控制組最低。兩兩間的差距為實驗甲組與控制組差為 9.4 分，實驗甲組與實驗乙組差為 6.32 分而實驗乙組與控制組差為 3.08 分。

(三)高分組後測得分之共變數分析

以不同的教學策略為自變項，先備知識為共變量，高分組在「對流概念學習成就評量卷」後測得分為依變項，進行獨立樣本單因子共變數分析(ANCOVA)。結果如表 4-19：

表 4-19 高分組後測得分之共變數分析表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	680.93	2	340.46	2.575	0.088
誤差	5816.81	44	132.2		

* $p < 0.05$

由表 4-19 可知，分析高分組的後測得分所得之 F 值為 2.575，p 值為 0.088(>0.05)，並未達到統計上的顯著差異，因此不需進行事後比較，其結果說明不同教學策略對於高分組學生在「對流概念學習成就評量卷」之後測得分並無差異。換言之，高分組學生在學習「對流概念」時，接受「多元表徵交互應用策略」、「一般教學法」或單用「多媒體展示教學表徵」在學習成效上並沒有差異。

二、低分組學生在「對流概念學習成就評量卷」後測得分之共變數分析

為求實驗之嚴謹，在資料進行共變數分析前先實施「組內迴歸係數同質性」考驗（Homogeneity of Within-Class Regression Coefficient），來檢驗其同質性。

（一）「組內迴歸係數同質性」考驗

研究者以不同的教學策略為自變項，學生上學期自然與生活科技領域成績當成先備知識為共變量。低分組學生在「對流概念學習成就評量卷」後測得分為依變項，進行「組內迴歸係數同質性」考驗，詳細結果如表 4-20：

表 4-20 低分組學生在後測得分「組內迴歸係數同質性」考驗摘要表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	5.1	2	2.548	0.016	0.984
誤差	6680.93	41	162.95		

* $p < 0.05$

由表 4-20 可知「組內迴歸係數同質性」考驗的 F 值為 0.016，顯著性 p 值為 0.984($p > 0.05$)，並未達統計上的顯著差異。表示自變項與共變項兩組分數的迴歸線斜率差異不顯著且滿足平行的條件，符合進行共變數分析時「組內迴歸係數同質性」的基本假設。可進行低分組學生之「對流概念學習成就評量卷」後測得分的共變數分析。

（二）低分組之後測得分之描述性統計量

以各低分組學生的先備知識作為共變數，對於各低分組學生在「對流概念學習成就評量卷」後測得分進行平均數的調整，以剔除先備知識對「對流概念學習成就評量卷」後測得分的影響，其結果整理如表 4-21：

表 4-21 低分組之後測得分之描述性統計量

組別	人數	後測得分		調整後 平均數
		平均數	標準差	
控制組	16	57	17.31	61.25
實驗甲組	16	76.25	14.35	73.51
實驗乙組	16	61.87	12.36	60.26

由上表說明，控制組在「對流概念學習成就評量卷」之後測得分的平均分數為 57 分；實驗甲組在「對流概念學習成就評量卷」之後測得分的平均分數為 76.25 分；實驗乙組在「對流概念學習成就評量卷」之後測得分的平均分數為 61.87 分。在「對流概念學習成就評量卷」後測得分的平均分數上，實驗甲組比實驗乙組及控制組高，為三組最高，而實驗乙組又比控制組高。兩兩間的差距為實驗甲組與控制組相差 19.25 分，實驗甲組與實驗乙組相差 14.38 分及實驗乙組與控制組相差 4.87 分。控制組在後測得分的標準差為 17.31；實驗甲組在後測得分的標準差為 14.35；實驗乙組在後測得分的標準差為 12.36。在後測得分的標準差上，控制組比實驗乙組及實驗甲組高，為三組最高，而實驗甲組又比實驗乙組高。

利用共變數分析調整，把共變數對實驗教學的影響剔除後，控制組的「對流概念學習成就評量卷」之後測得分平均得分由 57 分調整為 61.25 分；實驗甲組「對流概念學習成就評量卷」之後測得分的平均得分由 76.25 分調整為 73.51 分；而實驗乙組「對流概念學習成就評量卷」之後測得分的平均得分由 61.87 分調整為 60.26 分。其中實驗甲組得分最高，控制組次之，實驗乙組最低。兩兩間的差距為實驗甲組與控制組差為 12.26 分，實驗甲組與實驗乙組差為 13.25 分而控制組與實驗乙組差為 0.99 分。

(三)低分組後測得分之共變數分析

以不同的教學策略為自變項，先備知識為共變量，低分組在「對流概念學習成就評量卷」後測得分為依變項，進行獨立樣本單因子共變數分析。結果如表 4-22：

表 4-22 低分組後測得分之共變數分析表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	1645.87	2	822.93	5.293	0.009*
誤差	6686.03	43	155.49		

*p<0.05

由表 4-22 可知分析不同教學策略組別所得之 F 值為 5.293，p 值為 0.009(<0.05) 已達統計上的顯著差異，因此再以費雪爾氏 LSD 法 (Fisher's Least Significant Difference) 進行事後比較，其結果如表 4-23：

表 4-23 低分組後測得分以 LSD 法成對比較之分析表

組別	控制組	實驗甲組	實驗乙組
控制組	----	0.012*	0.833
實驗甲組	0.012*	----	0.005*
實驗乙組	0.833	0.005*	----

*p<0.05

由表 4-23 可知，實驗甲組與控制組間成對比較的 p 值為 0.012(<0.05)，達到統計上的顯著差異；實驗甲組與實驗乙組間成對比較的 p 值為 0.005(<0.05)，達到統計上的顯著差異；控制組與實驗乙組間成對比較的 p 值為 0.833(>0.05)，並未達到統計上的顯著差異。綜上結果可說明實驗甲組的低分組學生在「對流概念學習成就評量卷」後測得分優於其他兩組。控制組與實驗乙組之低分組學生在「對流概念學習成就評量卷」後測得分並無差異。換言之，低分組學生學習「對流概念」時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學習成效優於接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」；低分組學生接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」學習「對流概念」時，學習成效並沒有差異。

第二節 「對流概念學習成就評量卷」延宕測驗分析

本節 針對「對流概念學習成就評量卷」延宕測驗得分，進行統計的分析。其目的為探討不同的教學策略之學後保留的成效如何。

壹、不同的教學策略之學後保留的成效

一、「對流概念學習成就評量卷」延宕測驗之共變數分析

參與本研究正式實驗教學為五年級學生，總人數為95人，但參與延宕測驗的學生則為94人，分別為控制組(「一般教學」組)之學生32人及實驗甲組(多元表徵交互應用策略組)之學生32人及實驗乙組(單用「多媒體展示教學表徵」組)之學生30人。本研究為增進統計考驗力以及降低實驗誤差，採用獨立樣本單因子共變數分析法(ANCOVA)進行統計分析，所使用的統計軟體一樣為SPSS12.0版。

(一)「組內迴歸係數同質性」考驗

為求實驗之嚴謹，在資料進行共變數分析前先實施「組內迴歸係數同質性」考驗(Homogeneity of Within-Class Regression Coefficient)，來檢驗其同質性。研究者以不同的教學策略為自變項，學生上學期自然與生活科技領域成績當成先備知識為共變量，「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分為依變項，進行「組內迴歸係數同質性」考驗，詳細結果如表 4-24：

表 4-24 延宕測得分「組內迴歸係數同質性」考驗摘要表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	90.782	2	45.391	0.378	0.686
誤差	10571.63	88	120.13		

*p<0.05

由表 4-24 可知「組內迴歸係數同質性」考驗的 F 值為 0.378，顯著性 p 值為 0.686($p>0.05$)，並未達統計上的顯著差異。表示自變項與共變項兩組分數的迴歸線斜率差異不顯著且滿足平行的條件，符合進行共變數分析時「組內迴歸係數同質性」的基本假設。可進行「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分的共變數分析。

(二) 對流概念學習成就評量卷」延宕測得分之描述性統計量

以各組的先備知識作為共變數，對各組於「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分進行平均數的調整，以剔除先備知識對「對流概念學習成就評量卷」概念理解分項之延宕測得分的影響，其結果整理如表 4-25：

表 4-25 「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分之描述性統計量

組別	人數	延宕測得分		調整後 平均數
		平均數	標準差	
控制組	32	71.13	15.53	73.58
實驗甲組	32	83.25	11.47	80.78
實驗乙組	30	71.6	15.09	71.61

由上表說明，控制組在「對流概念學習成就評量卷」之延宕測得分的平均分數為 71.13 分；實驗甲組在「對流概念學習成就評量卷」之延宕測得分的平均分數為 83.25 分；實驗乙組在「對流概念學習成就評量卷」之延宕測得分的平均分數為 71.6 分。在「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分的平均分數上，實驗甲組比實驗乙組及控制組高，為三組最高，而實驗乙組又比控制組高。兩兩間的差距為實驗甲組與控制組相差 12.12 分，實驗甲組與實驗乙組相差 11.65 分及實驗乙組與控制組相差 0.47 分。控制組在延宕測得分的標準差為 15.53；實驗甲組在概念理解分項延宕測得分的標準差為 11.47；實驗乙組在延宕測得分的標準差為 15.09。在延宕測得分的標準差上，控制組比實驗乙組及實驗甲組高，為三組最高，而實驗乙組又比實驗甲組高。而與後測相比可看出得分平均差不多，但在標準差上卻增加了，表示同組內的學生程度的差距有增加了。

利用共變數分析調整，把共變數對實驗教學的影響剔除後，控制組的「對流概念學習成就評量卷」之延宕測得分平均得分由 71.13 分調整為 73.58 分；實驗甲組「對流概念學習成就評量卷」之延宕測得分的平均得分由 83.25 分調整為 80.78 分；而實驗乙組「對流概念學習成就評量卷」之延宕測得分的平均得分由 71.6 分調整為 71.61 分。其中實驗甲組得分最高，控制組次之，實驗乙組最低。兩兩間的差距為實驗甲組與控制組差為 7.2 分，實驗甲組與實驗乙組差為 9.17 分而控制組與實驗乙組差為 1.97 分。

(三)「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分之共變數分析

以不同的教學策略為自變項，先備知識為共變量，「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分為依變項，進行獨立樣本單因子共變數分析。結果如表 4-26：

表 4-26 延宕測得分之共變數分析表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	1420.17	2	710.09	5.994	0.004*
誤差	10662.41	90	118.47		

*p<0.05

由表 4-26 可知分析不同教學策略組別所得之 F 值為 5.994，p 值為 0.004(<0.05) 已達統計上的顯著差異，因此再以費雪爾氏 LSD 法 (Fisher's Least Significant Difference) 進行事後比較，其結果如表 4-27：

表 4-27 延宕測得分以 LSD 法成對比較之分析表

組別	控制組	實驗甲組	實驗乙組
控制組	----	0.012*	0.481
實驗甲組	0.012*	----	0.001*
實驗乙組	0.481	0.001*	----

*p<0.05

由表 4-27 可知，實驗甲組與控制組間成對比較的 p 值為

0.012(<0.05)，達到統計上的顯著差異；實驗甲組與實驗乙組間成對比較的 p 值為 0.001(<0.05)，達到統計上的顯著差異；控制組與實驗乙組間成對比較的 p 值為 0.481(>0.05)，並未達到統計上的顯著差異。綜上結果可說明實驗甲組的「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分優於其他兩組。控制組與實驗乙組間的「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分並無差異。換言之，學生在學習「對流概念」時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學後保留成效優於接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」；學生接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」學習「對流概念」時，學習保留成效並沒有差異。

貳、不同教學策略對於不同學習內涵的 學後保留成效之共變數分析

「對流概念學習成就評量卷」是依不同學習內涵所設計的，包括概念理解八題、實驗操作九題，及生活經驗八題，以下對這的三種不同的學習內涵進行共變數分析。

一、不同教學策略對於概念理解分項得分之共變數分析

為了解不同教學策略對於學生在「對流概念」學習之概念理解分項的學後保留成效是否有顯著差異。研究者以不同的教學策略為自變項，學生上學期自然與生活科技領域成績當成先備知識為共變量，「對流概念學習成就評量卷」概念理解分項之延宕測得分為依變項，進行共變數分析(ANCOVA)。

(一) 概念理解分項延宕測得分之「組內迴歸係數同質性」考驗

為求實驗之嚴謹，在資料進行共變數分析前先實施「組內迴歸係數同質性」考驗(Homogeneity of Within-Class Regression Coefficient)，來檢驗其同質性，其結果如表 4-28：

表 4-28 概念理解分項延宕測得分「組內迴歸係數同質性」考驗摘要表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	44.23	2	22.16	0.751	0.475
誤差	2592.28	88	29.46		

* $p < 0.05$

由表 4-28 可知，「組內迴歸係數同質性」考驗的 F 值為 0.751，顯著性 p 值為 0.475($p > 0.05$)，並未達統計上的顯著差異。表示自變項與共變項兩組分數的迴歸線斜率差異不顯著且滿足平行的條件，符合進行共變數分析時「組內迴歸係數同質性」之基本假設。可對「對流概念學習成就評量卷」概念理解分項的延宕測得分進行共變數分析。

(二) 概念理解分項之延宕測得分之描述性統計量

以各組的先備知識作為共變數，對各組於「對流概念學習成就評量卷」概念理解分項之延宕測得分進行平均數的調整，以剔除先備知識對「對流概念學習成就評量卷」概念理解分項之延宕測得分的影響，其結果整理如表 4-29：

表 4-29 概念理解分項之延宕測得分之描述性統計量

組別	人數	概念理解分項得分		調整後 平均數
		平均數	標準差	
控制組	32	19.87	6.93	20.7
實驗甲組	32	24.63	5.48	23.8
實驗乙組	30	20	6.03	20.01

由上表說明，控制組在「概念理解」分項之延宕測得分的平均分數為 19.87 分；實驗甲組在「概念理解」分項之延宕測得分的平均分數為 24.63 分；實驗乙組在「概念理解」分項之延宕測得分的平均分數為 20 分。在「對流概念學習成就評量卷」概念理解分項延宕測得分的平均分數上，實驗甲組比實驗乙組及控制組高，為三組最高，而實驗乙組又比控制組高。兩兩間的差距為實驗甲組與控制組相差 4.76 分，實

驗甲組與實驗乙組相差 4.63 分及實驗乙組與控制組相差 0.13 分。控制組在概念理解分項延宕測得分的標準差為 6.93；實驗甲組在概念理解分項延宕測得分的標準差為 5.48；實驗乙組在概念理解分項延宕測得分的標準差為 6.03。在概念理解分項延宕測得分的標準差上，控制組比實驗乙組及實驗甲組高，為三組最高，而實驗乙組又比實驗甲組高。

利用共變數分析調整，把共變數對實驗教學的影響剔除後，控制組的「概念理解」分項之延宕測得分平均得分由 19.87 分調整為 20.7 分；實驗甲組「概念理解」分項之延宕測得分的平均得分由 24.63 分調整為 23.8 分；而實驗乙組「概念理解」分項之延宕測得分的平均得分由 20.01 分調整為 21.18 分。其中實驗甲組得分最高，控制組次之，實驗乙組最低。兩兩間的差距為實驗甲組與控制組差為 3.1 分，實驗甲組與實驗乙組差為 3.79 分而實驗乙組與控制組差為 0.69 分。

(三)「對流概念學習成就評量卷」概念理解分項延宕測得分之共變數分析

以不同的教學策略為自變項，先備知識為共變量，「對流概念學習成就評量卷」概念理解之延宕測得分為依變項，進行獨立樣本單因子共變數分析。結果如表 4-30：

表 4-30 概念理解分項延宕測得分之共變數分析表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	249.03	2	124.52	4.251	0.017*
誤差	2636.51	90	29.3		

*p<0.05

由表 4-30 可知，分析不同教學策略組別所得之 F 值為 4.251，p 值為 0.017(<0.05) 已達統計上的顯著差異，因此再以費雪爾氏 LSD 法 (Fisher's Least Significant Difference) 進行事後比較，其結果如表 4-31：

表 4-31 概念理解分項延宕測得分以 LSD 法成對比較之分析表

組別	控制組	實驗甲組	實驗乙組
控制組	----	0.028*	0.618
實驗甲組	0.028*	----	0.007*
實驗乙組	0.618	0.007*	----

* $p < 0.05$

由表 4-31 可知，實驗甲組與控制組間成對比較的 p 值為 0.028(<0.05)，達到統計上的顯著差異；實驗甲組與實驗乙組間成對比較的 p 值為 0.007(<0.05)，達到統計上的顯著差異；控制組與實驗乙組間成對比較的 p 值為 0.618(>0.05)，並未達到統計上的顯著差異。綜上結果可說明實驗甲組的「對流概念學習成就評量卷」概念理解分項之延宕測得分優於其他兩組。控制組與實驗乙組間的「對流概念學習成就評量卷」概念理解分項之延宕測得分並無差異。換言之，學生學習「對流概念」的概念理解分項概念時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學後保留成效優於接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」；學生接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」學習「對流概念」的概念理解分項概念時，學後保留成效並沒有差異。

二、不同教學策略對於實驗操作分項得分之共變數分析

為了解不同教學策略對於學生在「對流概念」學習之實驗操作分項的學習成效是否有顯著差異。研究者以不同的教學策略為自變項，學生上學期自然與生活科技領域成績當成先備知識為共變量。「對流概念學習成就評量卷」實驗操作分項之延宕測得分為依變項，進行共變數分析 (ANCOVA)。

(一) 實驗操作分項延宕測得分之「組內迴歸係數同質性」考驗

為求實驗之嚴謹，在資料進行共變數分析前實施「組內迴歸係數同質性」考驗 (Homogeneity of Within-Class Regression Coefficient)，來檢驗其同質性，其結果如表 4-32：

表 4-32 實驗操作分項延宕測得分之「組內迴歸係數同質性」考驗摘要表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	61.53	2	75.47	1.251	0.291
誤差	2142.38	88	24.35		

* $p < 0.05$

由表 4-32 可知，「組內迴歸係數同質性」考驗的 F 值為 1.251，顯著性 p 值為 0.291($p > 0.05$)，並未達統計上的顯著差異。表示自變項與共變項兩組分數的迴歸線斜率差異不顯著且滿足平行的條件，符合進行共變數分析時「組內迴歸係數同質性」之基本假設。可對「對流概念學習成就評量卷」實驗操作分項的延宕測得分進行共變數分析。

(二) 實驗操作分項之延宕測得分之描述性統計量

以各組的先備知識作為共變數，對各組於「對流概念學習成就評量卷」實驗操作分項之延宕測得分進行平均數的調整，以剔除先備知識對「對流概念學習成就評量卷」實驗操作分項之延宕測得分的影響，其結果整理如表 4-33：

表 4-33 實驗操作分項之延宕測得分之描述性統計量

組別	人數	實驗操作分項得分		調整後 平均數
		平均數	標準差	
控制組	32	26.87	7.06	27.74
實驗甲組	32	31.13	3.33	30.25
實驗乙組	30	27.47	6.62	27.47

由上表可得，控制組在「實驗操作」分項之延宕測得分的平均分數為 26.87 分；實驗甲組在「實驗操作」分項之延宕測得分的平均分數為 31.13 分；實驗乙組在「實驗操作」分項之延宕測得分的平均分數為 27.47 分。在「對流概念學習成就評量卷」實驗操作分項延宕測得分的平均分數上，實驗甲組比實驗乙組及控制組高，為三組最高，而控制組又比實驗乙組高。兩兩間的差距為實驗甲組與控制組相差 4.26 分，

實驗甲組與實驗乙組相差 3.66 分及實驗乙組與控制組相差 0.6 分。控制組在實驗操作分項延宕測得分的標準差為 7.06；實驗甲組在實驗操作分項延宕測得分的標準差為 3.33；實驗乙組在實驗操作分項延宕測得分的標準差為 6.62。在實驗操作分項延宕測得分的標準差上，控制組比實驗乙組及實驗甲組高，為三組最高，而實驗乙組又比實驗甲組高。

利用共變數分析調整，把共變數對實驗教學的影響剔除後，控制組的「實驗操作」分項之延宕測得分平均得分由 26.87 分調整為 27.74 分；實驗甲組「實驗操作」分項之延宕測得分的平均得分由 31.13 分調整為 30.25 分；而實驗乙組「實驗操作」分項之延宕測得分的平均得分由 27.47 分調整為 27.47 分。其中實驗甲組得分最高，控制組次之，實驗乙組最低。兩兩間的差距為實驗甲組與控制組差為 2.51 分，實驗甲組與實驗乙組差為 2.78 分而控制組與實驗乙組差為 0.27 分。

(三)「對流概念學習成就評量卷」實驗操作分項延宕測得分之共變數分析

以不同的教學策略為自變項，先備知識為共變量，「對流概念學習成就評量卷」實驗操作之延宕測得分為依變項，進行獨立樣本單因子共變數分析。結果如表 4-34：

表 4-34 實驗操作分項延宕測得分之共變數分析表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	143.42	2	71.71	2.9	0.06
誤差	2225.16	90	24.72		

* $p < 0.05$

由表 4-34 可知，分析不同教學策略組別所得之 F 值為 2.9，p 值為 0.06(>0.05)，並未達到統計上的顯著差異，因此不需進行事後比較，其結果說明三組學生在「對流概念學習成就評量卷」實驗操作分項之延宕測得分並無差異。換言之，學生學習「對流概念」的實驗操作分項概念時，接受「多元表徵交互應用策略」、「一般教學法」或單用「多媒體展示教學表徵」在學後保留成效上並沒有差異。

三、不同教學策略對於生活經驗分項得分之共變數分析

為了解不同教學策略對於學生在「對流概念」學習之生活經驗分項的學習成效是否有顯著差異。研究者以不同的教學策略為自變項，學生上學期自然與生活科技領域成績當成先備知識為共變量。「對流概念學習成就評量卷」生活經驗分項之延宕測得分為依變項，進行共變數分析

(ANCOVA)。

(一) 生活經驗分項延宕測得分之「組內迴歸係數同質性」考驗

為求實驗之嚴謹，在資料進行共變數分析前先實施「組內迴歸係數同質性」考驗 (Homogeneity of Within-Class Regression Coefficient)，來檢驗其同質性，其結果如表 4-36：

表 4-35 生活經驗分項延宕測得分「組內迴歸係數同質性」考驗摘要表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	150.94	2	75.47	3.1	0.050
誤差	2142.38	88	24.35		

* $p < 0.05$

由表 4-35 可知，「組內迴歸係數同質性」考驗的 F 值為 3.1，顯著性 p 值為 0.050，因為統計報表上只呈現小數點下三位，是以 0.050 的後方必有數值，是以推論 $p > 0.05$ ，並未達統計上的顯著差異。表示自變項與共變項兩組分數的迴歸線斜率差異不顯著且滿足平行的條件，符合進行共變數分析時「組內迴歸係數同質性」之基本假設。可對「對流概念學習成就評量卷」生活經驗分項的延宕測得分進行共變數分析。

(二) 生活經驗分項之延宕測得分之描述性統計量

以各組的先備知識作為共變數，對各組於「對流概念學習成就評量卷」生活經驗分項之延宕測得分進行平均數的調整，以剔除先備知識對「對流概念學習成就評量卷」生活經驗分項之延宕測得分的影響，其結果整理如表 4-36：

表 4-36 生活經驗分項之延宕測得分之描述性統計量

組別	人數	生活經驗分項得分		調整後 平均數
		平均數	標準差	
控制組	32	24.37	5.17	25.14
實驗甲組	32	27.5	5.63	26.73
實驗乙組	30	24.13	6.52	24.14

由上表說明，控制組在「生活經驗」分項之延宕測得分的平均分數為 24.37 分；實驗甲組在「生活經驗」分項之延宕測得分的平均分數為 27.5 分；實驗乙組在「生活經驗」分項之延宕測得分的平均分數為 24.13 分。在「對流概念學習成就評量卷」生活經驗分項延宕測得分的平均分數上，實驗甲組比實驗乙組及控制組高，為三組最高，而控制組又比實驗乙組高。兩兩間的差距為實驗甲組與控制組相差 3.13 分，實驗甲組與實驗乙組相差 3.37 分及控制組與實驗乙組相差 0.24 分。控制組在生活經驗分項延宕測得分的標準差為 5.17；實驗甲組在生活經驗分項延宕測得分的標準差為 5.63；實驗乙組在生活經驗分項延宕測得分的標準差為 6.52。在生活經驗分項延宕測得分的標準差上，實驗乙組比控制組及實驗甲組高，為三組最高，而實驗甲又比控制組高，但實驗甲組比控制組已幾無相差。

利用共變數分析調整，把共變數對實驗教學的影響剔除後，控制組的「生活經驗」分項之延宕測得分平均得分由 24.37 分調整為 25.14 分；實驗甲組「生活經驗」分項之延宕測得分的平均得分由 27.5 分調整為 26.73 分；而實驗乙組「生活經驗」分項之延宕測得分的平均得分由 24.13 分調整為 24.14 分。其中實驗甲組得分最高，控制組次之，實驗乙組最低。兩兩間的差距為實驗甲組與控制組差為 1.59 分，實驗甲組與實驗乙組差為 2.59 分而控制組與實驗乙組差為 1 分。

(三)「對流概念學習成就評量卷」生活經驗分項延宕測得分之共變數分析

以不同的教學策略為自變項，先備知識為共變量，「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分為依變項，進行獨立樣本單因子共變數分析。結果如表 4-37：

表 4-37 生活經驗分項延宕測得分之共變數分析表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	104.11	2	52.05	2.04	0.136
誤差	2293.32	90	25.48		

* $p < 0.05$

由表 4-37 可知，分析不同教學策略組別所得之 F 值為 2.04，p 值為 0.136(>0.05)，並未達到統計上的顯著差異，因此不需進行事後比較，其結果說明三組學生在「對流概念學習成就評量卷」生活經驗分項之延宕測得分並無差異。換言之，學生學習「對流概念」的生活經驗分項概念時，接受「多元表徵交互應用策略」、「一般教學法」或單用「多媒體展示教學表徵」在學後保留成效上並沒有差異。

參、不同教學策略對不同學習能力者 學後保留效果之影響

為了解不同教學策略對不同學習能力者學後保留效果之影響，不同教學策略組中的學生，依上學期自然與生活科技領域成績的高低，分成前 1/2 為高分組及後 1/2 為低分組，高分組的人數為控制組(「一般教學」組)之學生 16 人及實驗甲組(多元表徵交互應用策略組)之學生 16 人及實驗乙組(單用「多媒體展示教學表徵」組)之學生 15 人，共 47 人。低分組的人數為控制組之學生 16 人及實驗甲組之學生 16 人及實驗乙組之學生 15 人，共 47 人。單就高分組與低分組分別進行獨立樣本共變數分析(ANCOVA)，以探討不同教學策略對不同學習能力者的學後保留效果是否有顯著差異。

一、高分組學生在「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分之共變數分析

為求實驗之嚴謹，在資料進行共變數分析前先實施「組內迴歸係數同質性」考驗(Homogeneity of Within-Class Regression Coefficient)，來檢

驗其同質性。

(一)「組內迴歸係數同質性」考驗

研究者以不同的教學策略為自變項，學生上學期自然與生活科技領域成績當成先備知識為共變量。高分組學生在「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分為依變項，進行「組內迴歸係數同質性」考驗，詳細結果如表 4-38：

表 4-38 高分組學生在延宕測得分「組內迴歸係數同質性」考驗摘要表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	244.73	2	122.36	1.554	0.224
誤差	3228.73	41	78.75		

* $p < 0.05$

由表 4-39 可知「組內迴歸係數同質性」考驗的 F 值為 1.554，顯著性 p 值為 0.224($p > 0.05$)，並未達統計上的顯著差異。表示自變項與共變項兩組分數的迴歸線斜率差異不顯著且滿足平行的條件，符合進行共變數分析時「組內迴歸係數同質性」的基本假設。可進行高分組學生之「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分的共變數分析。

(二) 高分組之延宕測得分之描述性統計量

以各高分組學生的先備知識作為共變數，對於各高分組學生在「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分進行平均數的調整，以剔除先備知識對「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分的影響，其整理如表 4-39：

表 4-39 高分組之延宕測得分之描述性統計量

組別	人數	延宕測得分		調整後 平均數
		平均數	標準差	
控制組	16	81.25	9.77	81.45
實驗甲組	16	89.25	3.79	87.86
實驗乙組	15	79.20	12.21	80.47

由上表說明，控制組在「對流概念學習成就評量卷」之延宕測得分的平均分數為 81.25 分；實驗甲組在「對流概念學習成就評量卷」之延宕測得分的平均分數為 89.25 分；實驗乙組在「對流概念學習成就評量卷」之延宕測得分的平均分數為 79.20 分。在「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分的平均分數上，實驗甲組比實驗乙組及控制組高，為三組最高，而控制組又比實驗乙組高。兩兩間的差距為實驗甲組與控制組相差 8 分，實驗甲組與實驗乙組相差 10.05 分及控制組與實驗乙組相差 2.05 分。控制組在延宕測得分的標準差為 9.77；實驗甲組在延宕測得分的標準差為 3.79；實驗乙組在延宕測得分的標準差為 12.21。在延宕測得分的標準差上，實驗乙組比控制組及實驗甲組高，為三組最高，而控制組又比實驗甲組高。

利用共變數分析調整，把共變數對實驗教學的影響剔除後，控制組的「對流概念學習成就評量卷」之延宕測得分平均得分由 81.25 分調整為 81.45 分；實驗甲組「對流概念學習成就評量卷」之延宕測得分的平均得分由 89.25 分調整為 87.86 分；而實驗乙組「對流概念學習成就評量卷」之延宕測得分的平均得分由 79.2 分調整為 80.47 分。其中實驗甲組得分最高，控制組次之，實驗乙組最低。兩兩間的差距為實驗甲組與控制組差為 6.41 分，實驗甲組與實驗乙組差為 7.39 分而控制組與實驗乙組差為 0.98 分。

(三) 高分組延宕測得分之共變數分析

以不同的教學策略為自變項，先備知識為共變量，高分組在「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分為依變項，進行獨立樣本單因子共變數分析(ANCOVA)。結果如表 4-40：

表 4-40 高分組延宕測得分之共變數分析表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	425.21	2	212.6	2.632	0.084
誤差	3473.46	43	80.78		

*p<0.05

由表 4-40 可知，分析高分組的延宕測所得之 F 值為 2.632，p 值為

0.084(>0.05)，並未達到統計上的顯著差異，因此不需進行事後比較，其結果說明

二、低分組學生在「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分之共變數分析

為求實驗之嚴謹，在資料進行共變數分析前先實施「組內迴歸係數同質性」考驗（Homogeneity of Within-Class Regression Coefficient），來檢驗其同質性。

（一）「組內迴歸係數同質性」考驗

研究者以不同的教學策略為自變項，學生上學期自然與生活科技領域成績當成先備知識為共變量。低分組學生在「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分為依變項，進行「組內迴歸係數同質性」考驗，詳細結果如表 4-41：

表 4-41 低分組學生在延宕測得分「組內迴歸係數同質性」考驗摘要表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	636.35	2	18.17	2.293	0.114
誤差	5689.89	41	138.78		

*p<0.05

由表 4-41 可知「組內迴歸係數同質性」考驗的 F 值為 2.293，顯著性 p 值為 0.114(p>0.05)，並未達統計上的顯著差異。表示自變項與共變項兩組分數的迴歸線斜率差異不顯著且滿足平行的條件，符合進行共變數分析時「組內迴歸係數同質性」的基本假設。可進行低分組學生之「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分的共變數分析。

（二）低分組之延宕測得分之描述性統計量

以各低分組學生的先備知識作為共變數，對於各低分組學生在「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分進行平均數的調整，以剔除先備知識對「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分的影響，其結果整理如表 4-42：

表 4-42 低分組之延宕測得分之描述性統計量

組別	人數	延宕測得分		調整後 平均數
		平均數	標準差	
控制組	16	61	13.58	64.39
實驗甲組	16	77.25	13.44	75.06
實驗乙組	15	64	14.1	62.71

由上表說明，控制組在「對流概念學習成就評量卷」之延宕測得分的平均分數為 61 分；實驗甲組在「對流概念學習成就評量卷」之延宕測得分的平均分數為 77.25 分；實驗乙組在「對流概念學習成就評量卷」之延宕測得分的平均分數為 64 分。在「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分的平均分數上，實驗甲組比實驗乙組及控制組高，為三組最高，而實驗乙組又比控制組高。兩兩間的差距為實驗甲組與控制組相差 16.25 分，實驗甲組與實驗乙組相差 13.25 分及實驗乙組與控制組相差 3 分。控制組在延宕測得分的標準差為 13.58；實驗甲組在延宕測得分的標準差為 13.44；實驗乙組在延宕測得分的標準差為 14.1。在延宕測得分的標準差上，實驗乙組比控制組及實驗甲組高，為三組最高，而控制組又比實驗甲組高。

利用共變數分析調整，把共變數對實驗教學的影響剔除後，控制組的「對流概念學習成就評量卷」之延宕測得分平均得分由 61 分調整為 64.39 分；實驗甲組「對流概念學習成就評量卷」之延宕測得分的平均得分由 77.25 分調整為 75.06 分；而實驗乙組「對流概念學習成就評量卷」之延宕測得分的平均得分由 64 分調整為 62.71 分。其中實驗甲組得分最高，控制組次之，實驗乙組最低。兩兩間的差距為實驗甲組與控制組差為 10.67 分，實驗甲組與實驗乙組差為 12.35 分而控制組與實驗乙組差為 1.68 分。

(三)低分組延宕測得分之共變數分析

以不同的教學策略為自變項，先備知識為共變量，低分組在「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分為依變項，進行獨立樣本單因子共變數分析。結果如表 4-43：

表 4-43 低分組延宕測得分之共變數分析表

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	1361.03	2	680.52	4.626	0.015*
誤差	6326.24	43	147.12		

*p<0.05

由表 4-43 可知分析不同教學策略組別所得之 F 值為 4.626，p 值為 0.015(<0.05) 已達統計上的顯著差異，因此再以費雪爾氏 LSD 法 (Fisher's Least Significant Difference) 進行事後比較，其結果如表 4-45：

表 4-44 低分組延宕測得分以 LSD 法成對比較之分析表

組別	控制組	實驗甲組	實驗乙組
控制組	----	0.024*	0.714
實驗甲組	0.024*	----	0.007*
實驗乙組	0.714	0.007*	----

*p<0.05

由表 4-44 可知，實驗甲組與控制組間成對比較的 p 值為 0.024(<0.05)，達到統計上的顯著差異；實驗甲組與實驗乙組間成對比較的 p 值為 0.007(<0.05)，達到統計上的顯著差異；控制組與實驗乙組間成對比較的 p 值為 0.714(>0.05)，並未達到統計上的顯著差異。綜上結果可說明實驗甲組的低分組學生在「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分優於其他兩組。控制組與實驗乙組之低分組學生在「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分並無差異。換言之，低分組學生學習「對流概念」時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學後保留效果優於接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」；低分組學生接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」學習「對流概念」時，學後保留效果並沒有差異。

第三節「對流課程學習回饋單」分析

本節就「對流課程學習回饋單」進行分析，「對流課程學習回饋單」依「學習情形」、「上課情形」及「媒體應用」分成三個分量表。其中控制組因未使用「多媒體展示教學表徵」進行教學活動，所以並不填寫「媒體應用」分量表。因此以下以各「分量表」進行分析探究，把選項換算成分數，非常同意為五分、同意為四分，依此類推，把選項結果換算成分數。19題為反向題，計分方式相反。檢查反向題後，刪除不可用之回饋單，最後得控制組32份有效問卷，實驗甲組32份有效問卷，實驗乙組30份有效問卷。本節除了呈現「對流課程學習回饋單」描述性統計量及有效點選次數作百分比外，並以不同教學策略組別為自變項，選項得分為依變項，進行單因子變異數分析(ANOVA)，來檢驗不同教學策略組對問題上的看法是否有差異。

一、「學習情形」分量表之分析

(一)描述性統計

「學習情形」分量表共有十四題，主要是針對三組受試者的學習動機及自我評估學習成效作調查。受試者所回答之選項依非常同意為五分、同意為四分、沒意見為三分、不同意為二分、非常不同意為一分進行計分，並統計有效點選次數換算成有效百分比。茲將「學習情形」分量表之分析描述性統計量整理如表 4-45：

表 4-45 學習情形分量描述性統計表

「學習情形」 分量表	組別	各選項所佔比例(%)					平均數	標準差
		非常同意	同意	沒意見	不同意	非常不同意		
1.可以更深入的瞭解所學習的內容。	控制組	28.1	46.9	25	0	0	4.03	0.740
	實驗甲	53.1	18.8	28.1	0	0	4.25	0.88
	實驗乙	50	36.7	13.3	0	0	4.37	0.718
2.可以增加我對學習自然科學的動機。	控制組	34.4	40.6	21.9	3.1	0	4.06	0.840
	實驗甲	37.5	31.3	31.3	0	0	4.06	0.840
	實驗乙	53.3	33.3	13.3	0	0	4.4	0.724
3.讓我學習時能夠更加專心。	控制組	18.8	53.1	25	3.1	0	3.88	0.751
	實驗甲	25	53.1	15.6	6.3	0	3.97	0.822
	實驗乙	36.7	30	33.3	0	0	4.03	0.85
4.讓我對學習自然科學更有信心。	控制組	28.1	46.9	18.8	6.3	0	3.97	0.861
	實驗甲	40.6	28.1	28.1	3.1	0	4.06	0.914
	實驗乙	43.3	40	16.7	0	0	4.27	0.74
5.我起很容易地記住上課的內容。	控制組	18.8	46.9	31.3	3.1	0	3.81	0.78
	實驗甲	31.3	25	48.3	0	0	3.88	0.871
	實驗乙	26.7	46.7	26.7	0	0	4.00	0.743
6.我會比以前更喜歡上自然課。	控制組	40.6	40.6	15.6	3.1	0	4.19	0.821
	實驗甲	62.5	12.5	18.8	3.1	3.1	4.28	1.085
	實驗乙	53.3	26.7	20	0	0	4.33	0.802
7.我可以從更多方面思考所學習的內容。	控制組	25	28.1	43.8	3.1	0	3.75	0.88
	實驗甲	37.5	18.8	37.5	3.1	3.1	3.84	1.081
	實驗乙	33.3	33.3	33.3	0	0	4	0.83
8.我會願意花更多時間在自然科學的學習上。	控制組	10	23.3	50	10	6.7	3.20	0.997
	實驗甲	29	32.3	25.8	6.5	6.5	3.71	1.16
	實驗乙	26.7	30	36.7	6.7	0	3.77	0.935

續下頁

承上頁

「學習情形」 分量表	組別	各選項所佔比例(%)					平均數	標準差
		非常同意	同意	沒意見	不同意	非常不同意		
9.讓我在下課時間，更喜歡與老師、同學討論上課內容。	控制組	18.8	15.6	50	9.4	6.3	3.31	1.091
	實驗甲	25	25	28.1	15.6	6.3	3.47	1.218
	實驗乙	26.7	23.3	46.7	3.3	0	3.73	0.907
10.我覺得這種學習方式比較輕鬆。	控制組	46.9	21.9	25	3.1	3.1	4.06	1.076
	實驗甲	54.8	19.4	16.1	3.2	6.5	4.13	1.204
	實驗乙	50	23.3	23.3	3.3	0	4.2	0.925
11.我喜歡這種學習方式。	控制組	31.3	37.5	18.8	9.4	3.1	3.84	1.081
	實驗甲	68.8	6.3	18.8	6.3	0	4.38	1.008
	實驗乙	56.7	23.3	20	0	0	4.37	0.809
12.我對學習的內容很有信心，寫測驗時我非常把握。	控制組	12.5	34.4	46.9	6.3	0	3.53	0.803
	實驗甲	21.9	37.5	37.5	3.1	0	3.78	0.832
	實驗乙	26.7	26.7	46.7	0	0	3.8	0.847
13.我能學習到一些有關電腦方面的技能和知識。	控制組	19.4	16.1	45.2	12.9	6.5	3.29	1.131
	實驗甲	38.7	22.6	32.3	0	6.5	3.87	1.147
	實驗乙	26.7	20	43.3	10	0	3.8	0.999
14.會讓我對學習電腦資訊有興趣。	控制組	25	15.6	34.4	18.8	6.3	3.34	1.234
	實驗甲	43.8	12.5	37.5	3.1	3.1	3.91	1.118
	實驗乙	26.7	23.3	43.3	6.7	0	3.7	0.952
「學習情形」 分量表	控制組	25.55	33.39	32.26	6.55	2.29	3.73	
	實驗甲	40.68	24.51	28.84	3.81	2.51	3.97	
	實驗乙	38.34	29.76	29.76	2.14	0.00	4.06	

由上表可知，在「學習情形」分量表各子題得分的平均數為控制組 3.73，實驗甲組為 3.97，實驗乙組為 4.06。分量表各子題得分在控制組為 3.2~4.19，在實驗甲組為 3.47~4.25，實驗乙組為 3.73~4.4。實驗乙組的平均得分大多優於實驗甲組與控制組，實驗甲組又優於控制

組。在分量表各子題得分的標準差上，控制組介於 0.74~1.234，實驗甲組介於 0.822~1.218，實驗乙組為 0.718~0.999。

由上數據顯示三組受試者對於不同教學策略的教學活動進行時，其「學習情形」多持著正面的態度。不論那種教學策略對受試者之學習動機及自我評估學習成效，都有正向的助益。

(二)、單因子變異數分析(ANOVA)

以不同教學策略為自變項，各選項得分及「學習情形」分量表總得分為依變項，進行單因子變異數分析，結果如表 4-46：

表 4-46 「學習情形」單因子變異數分析表

		平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
1.可以更深入的瞭解所學習的內容。	組間	1.56	2	0.78	1.23	0.298
	組內	48.33	76	0.64		
2.可以增加我對學習自然科學的動機。	組間	4.43	2	2.21	3.48	0.036*
	組內	48.43	76	0.64		
3.讓我學習時能夠更加專心。	組間	0.29	2	0.14	0.20	0.820
	組內	54.60	76	0.72		
4.讓我對學習自然科學更有信心。	組間	2.01	2	1.01	1.39	0.255
	組內	54.88	76	0.72		
5.我很容易地記住上課的內容。	組間	0.79	2	0.39	0.62	0.542
	組內	48.40	76	0.64		
6.我會比以前更喜歡上自然課。	組間	0.98	2	0.49	0.56	0.572
	組內	65.96	76	0.87		
7.我可以從更多方面思考所學習的內容。	組間	0.83	2	0.42	0.45	0.638
	組內	70.03	76	0.92		
8.我會願意花更多時間在自然科學的學習上。	組間	4.54	2	2.27	1.99	0.144
	組內	86.95	76	1.14		
9.讓我在下課時間，更喜歡與老師、同學討論上課內容。	組間	3.72	2	1.86	1.53	0.222
	組內	92.01	76	1.21		

續下頁

承上頁

		平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
10.我覺得這種學習方式比較輕鬆。	組間	1.12	2	0.56	0.49	0.616
	組內	87.74	76	1.15		
11.我喜歡這種學習方式。	組間	4.93	2	2.46	2.80	0.067
	組內	66.97	76	0.88		
12.我對學習的內容很有信心，寫測驗時我非常有把握。	組間	1.17	2	0.59	0.77	0.465
	組內	57.54	76	0.76		
13.我能學習到一些有關電腦方面的技能和知識。	組間	1.98	2	0.99	0.80	0.451
	組內	93.39	76	1.23		
14.會讓我對學習電腦資訊有興趣。	組間	3.98	2	1.99	1.60	0.209
	組內	94.63	76	1.25		
學習情形分量表總分	組間	14.58	1	14.58	0.21	0.647
	組內	3914.30	57	68.67		

*p<0.05

由上表可知，三組受試者在學習情形分量表總分($F=0.21$, $p=0.647$)及十四個子題的得分之變異數分析，除第二題外其餘各題的 p 值皆大於 0.05，表示無顯著的差異。是故除第二題外，其餘各題不進行事後檢定。此亦即說明了三組受試者除了對第二題(可以增加我對學習自然科學的動機)所持意見有所不同外，在不同教學策略的教學活動中，對於學習動機及自我評估學習成效的看法上無顯著差異。

第二題($F=3.94$, $p=0.024$)在百分之五的信心水準下有顯著差異，所以進行 LSD 事後比較，結果如表 4-47：

表 4-47 第二題以 LSD 法成對比較之分析表

組別	控制組	實驗甲組	實驗乙組
控制組	----	0.488	0.061
實驗甲組	0.488	----	0.014*
實驗乙組	0.061	0.014*	----

* $p < 0.05$

由表 4-48 可得實驗甲組與實驗乙組的 p 值為 0.014(<0.05)有顯著差異。控制組與實驗乙組之 p 值為 0.061(>0.05)，控制組與實驗甲組的 p 值為 0.488(>0.05)無顯著差異。換言之，實驗乙組在第二題的看法與實驗甲組不同，而控制組與實驗甲組及實驗乙組對第二題的看法並無顯著差異。

二、「上課情形」分量表之分析

(一)描述性統計

「上課情形」分量表共有十二題，主要是調查受試者對於教師所呈現之教學表徵及教學活動的接受度。受試者所回答之選項依非常同意為五分、同意為四分、沒意見為三分、不同意為二分、非常不同意為一分進行計分，除 19 題反項題計分方式相反，非常同意為一分、同意為二分，無意見為三分，不同意為四分及非常不同意為五分。並統計有效點選次數換算成有效百分比。茲將「學習情形」分量表之分析描述性統計量整理如表 4-48：

表 4-48 上課情形分量表之描述性統計表

「上課情形」 分量表	組別	各選項所佔比例(%)					平均數	標準差
		非常同意	同意	沒意見	不同意	非常不同意		
15.我很清楚了解老師所講述的內容	控制組	16.1	58.1	25.8	0	0	3.90	0.651
	實驗甲	34.4	34.4	28.1	3.1	0	4.00	0.88
	實驗乙	36.7	43.3	20	0	0	4.17	0.747
16.老師的上課方式非常有趣，十分吸引我。	控制組	56.3	34.4	9.4	0	0	4.47	0.671
	實驗甲	71.9	12.5	9.4	3.1	3.1	4.47	1.016
	實驗乙	53.3	40	6.7	0	0	4.47	0.629
17.老師上課的氣氛非常輕鬆愉快。	控制組	50	37.5	12.5	0	0	4.38	0.707
	實驗甲	65.6	18.8	15.6	0	0	4.5	0.762
	實驗乙	56.7	33.3	10	0	0	4.47	0.681
18.能夠增加我和同學、老師之間的溝通。	控制組	31.3	43.8	25	0	0	4.06	0.759
	實驗甲	25	37.5	34.4	3.1	0	3.84	0.847
	實驗乙	34.5	41.4	20.7	3.4	0	4.07	0.842
19.這種上課方式會讓我「分心」，無法專心聽講。	控制組	0	9.4	40.6	15.6	34.4	3.75	1.047
	實驗甲	3.3	0	20	23.3	53.3	4.23	1.006
	實驗乙	0	3.4	20.7	41.4	34.5	4.21	.861
20.老師在課堂中所舉的大部分是常見的例子。	控制組	21.9	40.6	21.9	3.1	12.5	3.56	1.243
	實驗甲	22.6	29	35.5	12.9	0	3.61	.989
	實驗乙	34.5	27.6	34.5	3.4	0	3.93	0.923
21.老師使用許多教具來說明，讓我更清楚上課的內容。	控制組	21.9	34.4	40.6	3.1	0	3.72	0.924
	實驗甲	41.9	25.8	25.8	3.2	3.2	4.00	1.065
	實驗乙	53.3	30	16.7	0	0	4.37	0.765
22.我很喜歡老師使用的各種教具。	控制組	34.4	12.5	43.8	9.4	0	3.72	1.054
	實驗甲	32.3	29	29	6.5	3.2	3.81	1.078
	實驗乙	40	36.7	20	3.3	0	4.13	0.86

續下頁

承上頁

「上課情形」 分量表	組別	各選項所佔比例(%)					平均數	標準差
		非常同意	同意	沒意見	不同意	非常不同意		
23.老師比較能夠注意到我的意見，並幫助我解決問題。	控制組	15.6	21.9	59.4	3.1	0	3.50	0.803
	實驗甲	25	28.1	40.6	3.1	3.1	3.69	0.998
	實驗乙	26.7	23.3	50	0	0	3.77	0.858
24.老師上課時能配合我的生活經驗，讓我感到很親切。	控制組	25.8	22.6	48.4	3.2	0	3.71	0.902
	實驗甲	18.8	15.6	59.4	3.1	3.1	3.44	0.848
	實驗乙	33.3	30	36.7	0	0	3.97	0.858
25.我喜歡老師的上課方式。	控制組	43.8	28.1	21.9	6.3	0	4.09	0.963
	實驗甲	62.5	15.6	12.5	6.3	3.1	4.28	1.114
	實驗乙	55.2	27.6	17.2	0	0	4.38	0.775
26.我希望以後的單元自然老師都用這種上課方式。	控制組	25	31.3	37.5	3.1	3.1	3.72	0.991
	實驗甲	46.9	21.9	28.1	0	3.1	4.09	1.027
	實驗乙	56.7	16.7	23.3	3.3	0	4.27	0.944
「上課情形」 分量表	控制組	28.51	31.22	32.23	3.91	4.17	3.88	
	實驗甲	37.52	22.35	28.20	5.64	6.27	4.00	
	實驗乙	40.08	29.44	23.04	4.57	2.88	4.18	

由表 4-48 可知，在「上課情形」分量表各子題得分的平均數為控制組 3.88，實驗甲組為 4，實驗乙組為 4.18。分量表各子題得分在控制組為 3.5~4.47，在實驗甲組為 3.44~4.5，實驗乙組為 3.77~4.47。實驗乙組的平均得分大多高於實驗甲組與控制組，實驗甲組又高於控制組。在分量表各子題得分的標準差上，控制組介於 0.615~1.243，實驗甲組介於 0.762~1.114，實驗乙組為 0.629~0.944。

由上數據顯示三組受試者對於不同教學策略的教學活動進行時，其「上課情形」多持著正面的態度，即表示受試者對於教師不論運用那種教學策略所呈現之教學表徵及教學活動，都有很高的接受度。

各組在反向題第十九題(這種上課方式會讓我「分心」，無法專心

聽講)回答上，點選非常不同意及不同意的百分比也很高，標準差與其他題目相比，也沒有明顯偏高，可見第十九題與其他題目的選項意向吻合。由此可知各組受試者填寫回饋單時，態度認真，使資料的可信度增加。

(二)、單因子變異數分析

以不同教學策略為自變項，各選項得分及「上課情形」分量表總得分為依變項，進行單因子變異數分析，結果如表 4-50：

表 4-49 「上課情形」單因子變異數分析表

		平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
15.我很清楚了解老師所講述的內容	組間	1.06	2	0.53	0.90	0.412
	組內	44.89	76	0.59		
16.老師的上課方式非常有趣，十分吸引我。	組間	0.09	2	0.05	0.07	0.932
	組內	51.50	76	0.68		
17.老師上課的氣氛非常輕鬆愉快。	組間	0.24	2	0.12	0.21	0.810
	組內	43.13	76	0.57		
18.能夠增加我和同學、老師之間的溝通。	組間	0.96	2	0.48	0.66	0.519
	組內	55.04	76	0.72		
19.這種上課方式會讓我「分心」，無法專心聽講。	組間	3.34	2	1.67	1.69	0.192
	組內	75.34	76	0.99		
20.老師在課堂中所舉的大部分是常見的例子	組間	3.45	2	1.72	1.54	0.222
	組內	85.26	76	1.12		
21.老師使用許多教具來說明，讓我更清楚上課的內容。	組間	7.42	2	3.71	3.94	0.024
	組內	71.57	76	0.94		
22.我很喜歡老師使用的各種教具。	組間	5.24	2	2.62	2.56	0.084
	組內	77.62	76	1.02		
23.老師比較能夠注意到我的意見，並幫助我解決問題。	組間	0.89	2	0.44	0.52	0.595
	組內	64.56	76	0.85		

續下頁

承上頁

		平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
24.老師上課時能配合我的生活經驗，讓我感到很親切	組間	3.73	2	1.86	2.11	0.129
	組內	67.21	76	0.88		
25.我喜歡老師的上課方式	組間	1.50	2	0.75	0.78	0.461
	組內	72.81	76	0.96		
26.我希望以後的單元自然老師都用這種上課方式	組間	4.74	2	2.37	2.45	0.093
	組內	73.64	76	0.97		
	組間	56.57	1	56.57	1.26	0.266
上課情形分量表總分	組內	2552.11	57	44.77		

*p<0.05

由表 4-49 知，三組受試者在上課情形分量表總分(F=1.26, p=0.266)及十二個子題的得分之變異數分析，除第二十一題外，其餘各題的 p 值皆大於 0.05，表示無顯著的差異。因此除第二十一題外，其餘各題並不進行事後檢定。亦即說明了三組受試者除了對第二十一題(老師使用許多教具來說明，讓我更清楚上課的內容)所持意見有所不同外，對於教師不論運用那種教學策略所呈現之教學表徵及教學活動的看法無顯著差異。

第二十一題在百分之五的信心水準下有顯著差異，所以進行 LSD 事後比較，結果如表 4-50：

表 4-50 第二十一題以 LSD 法成對比較之分析表

組別	控制組	實驗甲組	實驗乙組
控制組	----	0.66	0.01*
實驗甲組	0.66	----	0.038*
實驗乙組	0.01	0.038*	----

*p<0.05

由表 4-50 可得控制組與實驗乙組之 p 值為 $0.01(<0.05)$ ，實驗甲組與實驗乙組的 p 值為 $0.038(<0.05)$ 有顯著差異，控制組與實驗甲組的 p 值為 $0.66(>0.05)$ ，無顯著差異。實驗乙組在第二十一題的看法上與實驗甲組及控制組不同，而實驗甲組與對控制組第二十一題的看法並無顯著差異。

另外值得一提的為第十六題(老師的上課方式非常有趣，十分吸引我)，三組在本題的得分皆為 4.47。除實驗甲組外，其餘二組在此分量表各題的得分都以此題最高，而實驗甲組在此分量表各題的得分最高為 4.5，與本題得也相差 0.03 而已。三組在共變數分析所得之 F 值為 0.07， p 值為 0.932。因此可看出受試者對老師上課方式的肯定。

三、「媒體應用」分量表之分析

(一)描述性統計

「媒體應用」分量表共有十四題，主要是調查受試者對於「多媒體展示教學表徵」設計的接受度。受試者所回答之選項依非常同意為五分、同意為四分、沒意見為三分、不同意為二分、非常不同意為一分進行計分。統計有效點選次數換算成有效百分比，控制組並沒有實施媒體教學，因此「媒體應用」分量表不與作答。茲將「學習情形」分量表之分析描述性統計量整理如表 4-51：

表 4-51 媒體應用分量表之描述性統計表

「媒體應用」 分量表	組別	各選項所佔比例(%)					平均數	標準差
		非常同意	同意	沒意見	不同意	非常不同意		
27.我喜歡老師放映的多媒體內容。	控制組	N	N	N	N	N	N	N
	實驗甲	68.8	12.5	15.6	0	3.1	4.44	0.982
	實驗乙	63.3	23.3	13.3	0	0	4.5	0.731
28.圖片解說和電腦動畫能讓我很快理解學習的內容。	控制組	N	N	N	N	N	N	N
	實驗甲	48.4	35.5	12.9	0	3.2	4.26	0.93
	實驗乙	56.7	33.3	6.7	3.3	0	4.43	0.774
29.文字說明簡單易懂。	控制組	N	N	N	N	N	N	N
	實驗甲	40.6	31.3	25	0	3.1	4.06	0.982
	實驗乙	36.7	50	13.3	0	0	4.23	0.679
30.字體大小適中。	控制組	N	N	N	N	N	N	N
	實驗甲	53.1	18.8	18.8	3.1	6.2	4.09	1.201
	實驗乙	26.7	46.7	23.3	3.3	0	3.97	0.809
31.字體顏色適當。	控制組	N	N	N	N	N	N	N
	實驗甲	53.1	18.8	18.8	3.1	6.30	4.09	1.201
	實驗乙	40	23.3	36.7	0	0	4.03	0.89
32.字體清楚明亮。	控制組	N	N	N	N	N	N	N
	實驗甲	59.4	18.8	18.8	0	3.1	4.31	0.998
	實驗乙	46.7	23.3	23.3	3.3	3.3	4.07	1.081
33.影像畫質清晰。	控制組	N	N	N	N	N	N	N
	實驗甲	46.9	18.8	28.1	3.1	3.1	4.03	1.092
	實驗乙	33.3	30	33.3	3.3	0	3.93	0.907
34.影像畫面大小適中。	控制組	N	N	N	N	N	N	N
	實驗甲	54.8	25.8	16.1	0	3.2	4.29	0.973
	實驗乙	46.7	20	26.7	6.7	0	4.07	1.015

續下頁

承上頁

「媒體應用」 分量表	組別	各選項所佔比例(%)					平均數	標準差
		非常同意	同意	沒意見	不同意	非常不同意		
35.圖片的色彩與構圖很漂亮。	控制組	N	N	N	N	N	N	N
	實驗乙	46.9	31.3	15.6	3.1	3.1	4.16	1.019
	實驗甲	40	30	26.7	3.3	0	4.07	0.907
36.背景音樂的音量很適當。	控制組	N	N	N	N	N	N	N
	實驗甲	43.8	9.4	31.3	0	15.6	3.66	1.45
	實驗乙	40	30	16.7	13.3	0	3.97	1.066
37.背景音樂十分悅耳動聽。	控制組	N	N	N	N	N	N	N
	實驗甲	25	18.8	40.6	6.3	9.4	3.44	1.216
	實驗乙	34.5	13.8	41.4	6.9	3.4	3.69	1.137
38.非常有趣，很吸引我的注意力。	控制組	N	N	N	N	N	N	N
	實驗甲	46.9	25	21.9	3.1	3.1	4.09	1.058
	實驗乙	60	20	20	0	0	4.4	0.814
39.讓我學習時能夠更加專心。	控制組	N	N	N	N	N	N	N
	實驗甲	40.6	12.5	43.8	0	3.1	3.88	1.070
	實驗乙	40	46.7	13.3	0	0	4.27	0.691
40.我希望以後的單元，老師都會播放多媒體動畫。	控制組	N	N	N	N	N	N	N
	實驗甲	56.3	18.8	15.6	6.3	3.1	4.19	1.12
	實驗乙	60	10	23.3	3.3	3.3	4.20	1.126
「媒體應用」 分量表	控制組	N	N	N	N	N	N	
	實驗甲	48.90	21.15	23.06	2.01	4.91	4.07	
	實驗乙	44.61	28.60	22.71	3.34	0.71	4.13	

由表 4-51 可知，在「媒體應用」分量表各子題得分的平均實驗甲組為 4.07，實驗乙組為 4.13。在分量表各子題得分方面，實驗甲組為 3.44~4.44，實驗乙組為 3.69~4.5。二組最高得分都落在第二十七題(我喜歡老師放映的多媒體內容)，最低得分都為第三十七題(背景音樂十分

悅耳動聽)。分量表各子題得分的標準差上，實驗甲組介於 0.93~1.45，實驗乙組為 0.679~1.126。

由上數據顯示二組受試者對於本次教學中，利用「資訊融入教學表徵檢核表」所發展出來的「多媒體展示教學表徵」，不論是動畫呈現、畫面設計、色彩構圖以及文字說明，受試者皆有很高的滿意度及接受度。而由三十八題到四十題也可發現，二組受試者對於資訊融入教學，多持正向肯定的態度。

(二)、單因子變異數分析

以不同教學策略為自變項，各選項得分及「媒體應用」分量表總得分為依變項，進行單因子變異數分析，結果如表 4-52：

表 4-52 「媒體應用」單因子變異數分析表

		平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
27.我喜歡老師放映的多媒體內容。	組間	0.00	1	0.00	0.01	0.943
	組內	42.71	57	0.75		
28.圖片解說和電腦動畫能讓我很快理解學習的內容。	組間	0.19	1	0.19	0.26	0.610
	組內	41.33	57	0.73		
29.文字說明簡單易懂。	組間	0.45	1	0.45	0.62	0.433
	組內	41.18	57	0.72		
30.字體大小適中。	組間	0.80	1	0.80	0.89	0.349
	組內	51.37	57	0.90		
31.字體顏色適當。	組間	0.25	1	0.25	0.25	0.616
	組內	56.66	57	0.99		
32.字體清楚明亮。	組間	0.77	1	0.77	0.75	0.389
	組內	58.41	57	1.02		
33.影像畫質清晰。	組間	0.15	1	0.15	0.15	0.704
	組內	58.83	57	1.03		
34.影像畫面大小適中。	組間	0.39	1	0.39	0.41	0.524
	組內	53.75	57	0.94		

續下頁

承上頁

		平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
35.圖片的色彩與構圖很漂亮。	組間	0.25	1	0.25	0.28	0.596
	組內	50.66	57	0.89		
36.背景音樂的音量很適當。	組間	0.80	1	0.80	0.51	0.477
	組內	89.37	57	1.57		
37.背景音樂十分悅耳動聽。	組間	0.97	1	0.97	0.68	0.414
	組內	81.57	57	1.43		
38.非常有趣，很吸引我的注意力。	組間	0.89	1	0.89	0.97	0.328
	組內	52.29	57	0.92		
39.讓我學習時能夠更加專心。	組間	1.73	1	1.73	2.07	0.156
	組內	47.66	57	0.84		
40.我希望以後的單元，老師都會播放多媒體動畫。	組間	0.01	1	0.01	0.01	0.926
	組內	0.00	1	0.00	0.01	0.943
	組間	1.99	1	1.99	0.02	0.890
媒體應用分量表總分	組內	5869.6	57	102.98		
		3				

*p<0.05

由上表可知，二組受試者在學習情形分量表總分(F=0.02，p=0.89)及十四個子題的得分的變異數分析上，p 值皆大於 0.05，表示無顯著的差異。因此不進行事後檢定。亦即說明了二組受試者對於「多媒體展示教學表徵」的設計，不論是動畫呈現、畫面設計、色彩構圖以及文字說明的看法無顯著差異。

第四節 研究假設實徵

本節依據上述統計分析結果，對於本研究之研究假設進行比對，作為假設成立與否的推論。

一、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級學生學習「對流概念」之學習成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異？

(一) Ho1：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。

應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」進行教學之學生，在剔除「前一學期自然與生活科技領域成績」之共變量後，兩組學生在「對流概念學習成就評量卷」後測得分成對比較的 p 值為 $0.009(<0.05)$ ，達到統計上的顯著差異(詳見表 4-5)。顯示實驗甲組的成績表現顯著優於實驗乙組。在本研究中，學生在學習「對流概念」時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學習成效優於單用「多媒體展示教學表徵」，因此拒絕 Ho1。

(二) Ho2：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。

應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」進行教學之學生，在剔除「前一學期自然與生活科技領域成績」之共變量後，兩組學生在「對流概念學習成就評量卷」後測得分成對比較的 p 值為 $0.003(<0.05)$ ，達到統計上的顯著差異(詳見表 4-5)。顯示實驗甲組的成績表現顯著優於控制組。在本研究中，學生在學習「對流概念」時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學習成效優於「一般教學法」，因此拒絕 Ho2。

(三) Ho3：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。

單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」進行教學之學生，在剔除「前一學期自然與生活科技領域成績」之共變量後，兩組學生在「對流概念學習成就評量卷」後測得分成對比較的 p 值為 $0.677(>0.05)$ ，未達到統計上的顯著差異(詳見表 4-5)。顯示實驗乙組與控制組間的成

績表現並無顯著差異。在本研究中，學生接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」學習「對流概念」時，學習成效並沒有差異，因此未能拒絕 Ho3。

二、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級學生學習「對流概念」不同學習內涵之學習成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異？

(一) Ho4：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在「對流概念」概念理解分項之學習成效表現上無顯著差異。

應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」進行教學之學生，在剔除「前一學期自然與生活科技領域成績」之共變量後，兩組學生在「對流概念學習成就評量卷」概念理解分項之後測得分成對比較的 p 值為 0.039(<0.05)，達到統計上的顯著差異(詳見表 4-9)。顯示實驗甲組的成績表現顯著優於實驗乙組。在本研究中，學生在學習「對流概念」概念理解分項時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學習成效優於單用「多媒體展示教學表徵」，因此拒絕 Ho4。

(二) Ho5：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在「對流概念」概念理解分項之學習成效表現上無顯著差異。

應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」進行教學之學生，在剔除「前一學期自然與生活科技領域成績」之共變量後，兩組學生在「對流概念學習成就評量卷」概念理解分項之後測得分成對比較的 p 值為 0.022(<0.05)，達到統計上的顯著差異(詳見表 4-9)。顯示實驗甲組的成績表現顯著優於控制組。在本研究中，學生在學習「對流概念」概念理解分項時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學習成效優於「一般教學法」，因此拒絕 Ho5。

(三) Ho6：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在「對流概念」概念理解分項之學習成效表現上無顯著差異。

單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」進行教學之學生，在剔除「前一學期自然與生活科技領域成績」之共變量後，兩組學生

在「對流概念學習成就評量卷」概念理解分項後測得分成對比較的 p 值為 0.797(>0.05)，未達到統計上的顯著差異(詳見表 4-9)。顯示實驗乙組與控制組間的成績表現並無顯著差異。在本研究中，學生接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」學習「對流概念」概念理解分項時，學習成效並沒有差異，因此未能拒絕 Ho6。

(四)Ho7：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在「對流概念」實驗操作分項之學習成效表現上無顯著差異。

(五)Ho8：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在「對流概念」實驗操作分項之學習成效表現上無顯著差異。

(六) Ho9：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在「對流概念」實驗操作分項之學習成效表現上無顯著差異。

分析「多元表徵交互應用策略」、「一般教學法」或單用「多媒體展示教學表徵」組別在「對流概念學習成就評量卷」實驗操作分項之後測得分的所得之 F 值為 2.04， p 值為 0.136(>0.05) (詳見表 4-12)，並未達到統計上的顯著差異，。說明三組學生在「對流概念學習成就評量卷」實驗操作分項之後測得分並無差異。換言之，學生學習「對流概念」的實驗操作分項概念時，接受「多元表徵交互應用策略」、「一般教學法」或單用「多媒體展示教學表徵」在學習成效並沒有差異。因此未能拒絕 Ho7、Ho8、Ho9。

(七) Ho10：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在「對流概念」生活經驗分項之學習成效表現上並無顯著差異。

應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」進行教學之學生，在剔除「前一學期自然與生活科技領域成績」之共變量後，兩組學生在「對流概念學習成就評量卷」生活經驗分項之後測得分成對比較的 p 值為 0.017(<0.05)，達到統計上的顯著差異(詳見表 4-16)。顯示實驗甲組的成績表現顯著優於實驗乙組。在本研究中，學生在學習「對流概念」生活經驗分項時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學習成效優於單用「多媒體展示教學表徵」，因此拒絕 Ho10。

(八)Ho11：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在「對流概念」生活經驗分項學習成效表現上無顯著差異。

應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」進行教學之學生，在剔除「前一學期自然與生活科技領域成績」之共變量後，兩組學生在「對流概念學習成就評量卷」概念理解分項之後測得分成對比較的 p 值為 $0.021(<0.05)$ ，達到統計上的顯著差異(詳見表 4-16)。顯示實驗甲組的成績表現顯著優於控制組。在本研究中，學生在學習「對流概念」生活經驗分項時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學習成效優於「一般教學法」，因此拒絕 Ho11。

(九) Ho12：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在「對流概念」生活經驗分項之學習成效表現上無顯著差異。

單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」進行教學之學生，在剔除「前一學期自然與生活科技領域成績」之共變量後，兩組學生在「對流概念學習成就評量卷」生活經驗分項後測得分成對比較的 p 值為 $0.953(>0.05)$ ，未達到統計上的顯著差異(詳見表 4-16)。顯示實驗乙組與控制組間的成績表現並無顯著差異。在本研究中，學生接受「一般教學法」或單用「多媒體展示教學表徵」學習「對流概念」生活經驗分項時，學習成效並沒有差異，因此未能拒絕 Ho12。

三、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級不同學習能力的學生學習「對流概念」之學習成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異？

(一)Ho13：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」對高分組學生在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。

(二) Ho14：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」對高分組學生在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。

(三) Ho15：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」對高分組學生在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。

分析高分組的後測得分，所得之 F 值為 2.575 ， p 值為 $0.088(>0.05)$ (詳見表 4-19)，未達到統計上的顯著差異。意指不同教學策略對於高分

組學生在「對流概念學習成就評量卷」之後測得分並無差異。換言之，高分組學生在學習「對流概念」時，接受「多元表徵交互應用策略」、「一般教學法」或單用「多媒體展示教學表徵」在學習成效上並沒有差異。因此未能拒絕 Ho13、Ho14、Ho15。

(四)Ho16：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」對低分組學生在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。

應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」進行教學之低分組學生，在剔除「前一學期自然與生活科技領域成績」之共變量後，兩組學生在「對流概念學習成就評量卷」之後測得分成對比較的 p 值為 0.005 (<0.05)，達到統計上的顯著差異(詳見表 4-23)。顯示實驗甲組的成績表現顯著優於實驗乙組。在本研究中，低分組學生在學習「對流概念」時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學習成效優於單用「多媒體展示教學表徵」，因此拒絕 Ho16。

(五) Ho17：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」對低分組學生在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。

應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」進行教學之低分組學生，在剔除「前一學期自然與生活科技領域成績」之共變量後，兩組學生在「對流概念學習成就評量卷」之後測得分成對比較的 p 值為 0.012 (<0.05)，達到統計上的顯著差異(詳見表 4-23)。顯示實驗甲組的成績表現顯著優於控制組。在本研究中，低分組學生在學習「對流概念」時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學習成效優於「一般教學法」，因此拒絕 Ho17。

(六)Ho18：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」對低分組學生在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。

單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」進行教學之低分組學生，在剔除「前一學期自然與生活科技領域成績」之共變量後，兩組學生在「對流概念學習成就評量卷」後測得分成對比較的 p 值為 0.833 (>0.05)，未達到統計上的顯著差異(詳見表 4-16)。顯示實驗乙組與控制組間的成績表現並無顯著差異。在本研究中，低分組學生接受「一般教學法」或單用「多媒體展示教學表徵」學習「對流概念」生

活經驗分項時，學習成效並沒有差異，因此未能拒絕 Ho18。

四、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級學生學習「對流概念」之學後保留成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異？

(一)Ho19：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。

應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」進行教學之學生，在剔除「前一學期自然與生活科技領域成績」之共變量後，兩組學生在「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分成對比較的 p 值為 0.001 (<0.05)，達到統計上的顯著差異(詳見表 4-27)。顯示實驗甲組的成績表現顯著優於實驗乙組。在本研究中，學生在學習「對流概念」時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學後保留成效優於單用「多媒體展示教學表徵」，因此拒絕 Ho19。

(二)Ho20：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。

應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」進行教學之學生，在剔除「前一學期自然與生活科技領域成績」之共變量後，兩組學生在「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分成對比較的 p 值為 0.012 (<0.05)，達到統計上的顯著差異(詳見表 4-27)。顯示實驗甲組的成績表現顯著優於控制組。在本研究中，學生在學習「對流概念」時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學後保留成效優於「一般教學法」，因此拒絕 Ho20。

(三) Ho21：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。

單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」進行教學之學生，在剔除「前一學期自然與生活科技領域成績」之共變量後，兩組學生在「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分成對比較的 p 值為 0.481 (>0.05)，未達到統計上的顯著差異(詳見表 4-27)。顯示實驗乙組與控制組間的成績表現並無顯著差異。在本研究中，學生接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」學習「對流概念」時，學後保留成效並沒有差異，因此未能拒絕 Ho21。

五、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級學生學習「對流概念」不同學習內涵之學後保留成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異？

(一) Ho22：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在「對流概念」概念理解分項之學後保留成效表現上無顯著差異。

應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」進行教學之學生，在剔除「前一學期自然與生活科技領域成績」之共變量後，兩組學生在「對流概念學習成就評量卷」概念理解分項之延宕測得分成對比較的 p 值為 0.007 (<0.05)，達到統計上的顯著差異(詳見表 4-31)。顯示實驗甲組的成績表現顯著優於實驗乙組。在本研究中，學生在學習「對流概念」概念理解分項時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學後保留成效優於單用「多媒體展示教學表徵」，因此拒絕 Ho22。

(二) Ho23：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在「對流概念」概念理解分項之學後保留成效表現上無顯著差異。

應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」進行教學之學生，在剔除「前一學期自然與生活科技領域成績」之共變量後，兩組學生在「對流概念學習成就評量卷」概念理解分項之延宕測得分成對比較的 p 值為 0.028 (<0.05)，達到統計上的顯著差異(詳見表 4-31)。顯示實驗甲組的成績表現顯著優於控制組。在本研究中，學生在學習「對流概念」概念理解分項時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學後保留成效優於單用「多媒體展示教學表徵」，因此拒絕 Ho23。

(三) Ho24：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在「對流概念」概念理解分項之學後保留成效表現上無顯著差異。

單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」進行教學之學生，在剔除「前一學期自然與生活科技領域成績」之共變量後，兩組學生在「對流概念學習成就評量卷」概念理解分項延宕測得分成對比較的 p 值為 0.618 (>0.05)，未達到統計上的顯著差異(詳見表 4-31)。顯示實驗

乙組與控制組間的成績表現並無顯著差異。在本研究中，學生接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」學習「對流概念」概念理解分項時，學後保留成效並沒有差異，因此未能拒絕 Ho24。

(四)：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在「對流概念」實驗操作分項之學後保留成效表現上無顯著差異。

(五) Ho26：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在「對流概念」實驗操作分項之學後保留成效表現上無顯著差異。

(六) Ho27：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在「對流概念」實驗操作分項之學後保留成效表現上無顯著差異。

分析不同教學策略組別的「對流概念學習成就評量卷」實驗操作分項延宕測得分，所得之 F 值為 2.9，p 值為 0.06(>0.05) (詳見表 4-34)，未達到統計上的顯著差異。說明三組學生在「對流概念學習成就評量卷」實驗操作分項之延宕測得分並無差異。故學生學習「對流概念」的實驗操作分項概念時，未能拒絕「多元表徵交互應用策略」、「一般教學法」或單用「多媒體展示教學表徵」在學後保留成效上並沒有差異。因此未能拒絕 Ho25、Ho26、Ho27。

(七) Ho28：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在「對流概念」生活經驗分項之學後保留成效表現上無顯著差異。

(八) Ho29：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在「對流概念」生活經驗分項之學後保留成效表現上無顯著差異。

(九) Ho30：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在「對流概念」生活經驗分項之學後保留成效表現上無顯著差異。

分析不同教學策略組別的「對流概念學習成就評量卷」生活經驗分項延宕測得分，所得之 F 值為 2.04，p 值為 0.136(>0.05) (詳見表 4-37)，並未達到統計上的顯著差異。其結果說明三組學生在「對流概念學習成就評量卷」生活經驗分項之延宕測得分並無差異。換言之，學生學

習「對流概念」的生活經驗分項概念時，接受「多元表徵交互應用策略」、「一般教學法」或單用「多媒體展示教學表徵」在學後保留成效上並沒有差異。因此未能拒絕 Ho28、Ho29、Ho30。

六、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級不同學習能力的學生學習「對流概念」之學後保留成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異？

(一)Ho31：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」對高分組學生在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。

(二) Ho32：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」對高分組學生在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。

(三) Ho33：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」對高分組學生在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。

分析高分組學生的「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分，所得之 F 值為 2.632，p 值為 0.084(>0.05) (詳見表 4-40)，並未達到統計上的顯著差異。其結果說明不同教學策略對於高分組學生在「對流概念學習成就評量卷」之延宕測得分並無差異。換言之，高分組學生在學習「對流概念」時，接受「多元表徵交互應用策略」、「一般教學法」或單用「多媒體展示教學表徵」在學後保留效果上並沒有差異。因此未能拒絕 Ho31、Ho32、Ho33

(四)Ho34：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」對低分組學生在「對流概念」之學後保留成效表現上並無顯著差異。

應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」進行教學之低分組學生，在剔除「前一學期自然與生活科技領域成績」之共變量後，兩組學生在「對流概念學習成就評量卷」之延宕測得分成對比較的 p 值為 0.007 (<0.05)，達到統計上的顯著差異(詳見表 4-44)。顯示實驗甲組的成績表現顯著優於實驗乙組。在本研究中，低分組學生在學習「對流概念」時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學

後保留成效優於單用「多媒體展示教學表徵」，因此拒絕 Ho34。

(五) Ho35：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」對低分組學生在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。

應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」進行教學之低分組學生，在剔除「前一學期自然與生活科技領域成績」之共變量後，兩組學生在「對流概念學習成就評量卷」之延宕測得分成對比較的 p 值為 0.024 (<0.05)，達到統計上的顯著差異(詳見表 4-44)。顯示實驗甲組的成績表現顯著優於控制組。在本研究中，低分組學生在學習「對流概念」時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學後保留成效優於「一般教學法」，因此拒絕 Ho35。

(六)Ho36：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」對低分組學生在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。

單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」進行教學之低分組學生，在剔除「前一學期自然與生活科技領域成績」之共變量後，兩組學生在「對流概念學習成就評量卷」延宕測得分成對比較的 p 值為 0.714 (>0.05)，未達到統計上的顯著差異(詳見表 4-44)。顯示實驗乙組與控制組間的成績表現並無顯著差異。在本研究中，低分組學生接受「一般教學法」或單用「多媒體展示教學表徵」學習「對流概念」生活經驗分項時，學習成效並沒有差異，因此未能拒絕 Ho36。

七、本研究中不同組別學習者對應用「多元表徵交互應用策略」、單用「多媒體展示教學表徵」及「一般教學法」在進行「對流概念」教學活動時的學習態度、教學情境及媒體應用三個向度上的看法？

(一)Ho37：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在進行「對流概念」教學活動時，對學習態度的看法無顯著差異。

(二)Ho38：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在進行「對流概念」教學活動時，對學習態度的看法無顯著差異。

(三)Ho39：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在進行「對流概念」教學活動時，對學習態度的看法無顯著差異。

分析不同教學策略組別的學習情形分量表得分，所得之 F 值為 0.21，p 值為 0.647(>0.05) (詳見表 4-46)，並未達到統計上的顯著差異。其結果說明三組學生在學習情形分量表得分並無差異。換言之，學生學習「對流概念」時，接受「多元表徵交互應用策略」、「一般教學法」或單用「多媒體展示教學表徵」教學對學習態度的看法並沒有差異。因此未能拒絕 Ho37、Ho38、Ho39。

(四)Ho40：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在進行「對流概念」教學活動時，對教學情境的看法無顯著差異。

(五)Ho41：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在進行「對流概念」教學活動時，對教學情境的看法無顯著差異。

(六)Ho42：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在進行「對流概念」教學活動時，對教學情境的看法無顯著差異。

分析不同教學策略組別的上課情形分量表得分，所得之 F 值為 1.26，p 值為 0.266 (>0.05) (詳見表 4-49)，並未達到統計上的顯著差異。其結果說明三組學生在上課情形分量表得分並無差異。換言之，學生學習「對流概念」時，接受「多元表徵交互應用策略」、「一般教學法」或單用「多媒體展示教學表徵」教學對教學情境的看法並沒有差異。因此未能拒絕 Ho40、Ho41、Ho42。

(七)Ho43：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在進行「對流概念」教學活動時，對媒體應用的看法無顯著差異。

分析「多元表徵交互應用策略」組與單用「多媒體展示教學表徵」組的媒體應用分量表得分，所得之 F 值為 0.02，p 值為 0.89(>0.05) (詳見表 4-52)，並未達到統計上的顯著差異。其結果說明三組學生在上課情形分量表得分並無差異。換言之，學生學習「對流概念」時，接受「多元表徵交互應用策略」或單用「多媒體展示教學表徵」對媒體應

用的看法並沒有差異。因此未能拒絕 Ho43。
茲將上述結果整理如表 4-53：

表 4-53 本研究假設 Ho 接受與否一覽表

研究假設 Ho 之命題	拒絕 與否
Ho1：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。	拒絕
Ho2：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。	拒絕
Ho3：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。	未能 拒絕
Ho4：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在「對流概念」概念理解分項之學習成效表現上無顯著差異。	拒絕
Ho5：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在「對流概念」概念理解分項之學習成效表現上無顯著差異。	拒絕
Ho6：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在「對流概念」概念理解分項之學習成效表現上無顯著差異。	未能 拒絕
Ho7：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在「對流概念」實驗操作分項之學習成效表現上無顯著差異。	未能 拒絕
Ho8：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在「對流概念」實驗操作分項之學習成效表現上無顯著差異。	未能 拒絕
Ho9：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在「對流概念」實驗操作分項之學習成效表現上無顯著差異。	未能 拒絕
Ho10：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在「對流概念」生活經驗分項之學習成效表現上無顯著差異。	拒絕
Ho11：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在「對流概念」生活經驗分項之學習成效表現上無顯著差異。	拒絕

續下頁

研究假設 Ho 之命題	拒絕 與否
Ho12：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在「對流概念」生活經驗分項之學習成效表現上無顯著差異。	未能 拒絕
Ho13：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」對高分組學生在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。	未能 拒絕
Ho14：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」對高分組學生在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。	未能 拒絕
Ho15：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」對高分組學生在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。	未能 拒絕
Ho16：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」對低分組學生在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。	拒絕
Ho17：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」對低分組學生在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。	拒絕
Ho18：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」對低分組學生在「對流概念」之學習成效表現上無顯著差異。	未能 拒絕
Ho19：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。	拒絕
Ho20：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。	拒絕
Ho21：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。	未能 拒絕
Ho22：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在「對流概念」概念理解分項之學後保留成效表現上無顯著差異。	拒絕
Ho23：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在「對流概念」概念理解分項之學後保留成效表現上無顯著差異。	拒絕

研究假設 Ho 之命題	拒絕 與否
Ho24：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在「對流概念」概念理解分項之學後保留成效表現上無顯著差異。	未能 拒絕
Ho25：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在「對流概念」實驗操作分項之學後保留成效表現上無顯著差異。	未能 拒絕
Ho26：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在「對流概念」實驗操作分項之學後保留成效表現上無顯著差異。	未能 拒絕
Ho27：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在「對流概念」實驗操作分項之學後保留成效表現上無顯著差異。	未能 拒絕
Ho28：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在「對流概念」生活經驗分項之學後保留成效表現上無顯著差異。	未能 拒絕
Ho29：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在「對流概念」生活經驗分項之學後保留成效表現上無顯著差異。	未能 拒絕
Ho30：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在「對流概念」生活經驗分項之學後保留成效表現上無顯著差異。	未能 拒絕
Ho31：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」對高分組學生在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。	未能 拒絕
Ho32：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」對高分組學生在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。	未能 拒絕
Ho33：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」對高分組學生在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。	未能 拒絕
Ho34：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」對低分組學生在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。	拒絕

研究假設 Ho 之命題	拒絕 與否
Ho35：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」對低分組學生在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。	拒絕
Ho36：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」對低分組學生在「對流概念」之學後保留成效表現上無顯著差異。	未能 拒絕
Ho37：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在進行「對流概念」教學活動時，對學習態度的看法無顯著差異。	未能 拒絕
Ho38：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在進行「對流概念」教學活動時，對學習態度的看法無顯著差異。	未能 拒絕
Ho39：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在進行「對流概念」教學活動時，對學習態度的看法無顯著差異。	未能 拒絕
Ho40：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在進行「對流概念」教學活動時，對教學情境的看法無顯著差異。	未能 拒絕
Ho41：應用「多元表徵交互應用策略」與「一般教學法」在進行「對流概念」教學活動時，對教學情境的看法無顯著差異。	未能 拒絕
Ho42：單用「多媒體展示教學表徵」與「一般教學法」在進行「對流概念」教學活動時，對教學情境的看法無顯著差異。	未能 拒絕
Ho43：應用「多元表徵交互應用策略」與單用「多媒體展示教學表徵」在進行「對流概念」教學活動時，對媒體應用的看法無顯著差異。	未能 拒絕

第五章 討論、建議與結論

本研究旨在探究運用「多元表徵交互應用策略」對國小對流概念教學之成效。針對此研究目的，本研究所提出之研究問題如下：

- 一、實施「多元表徵交互應用策略」的模式為何？
- 二、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級學生學習「對流概念」之學習成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異？
- 三、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級學生學習「對流概念」不同學習內涵之學習成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異？
- 四、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級不同學習能力的學生學習「對流概念」之學習成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異？
- 五、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級學生學習「對流概念」之學後保留成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異？
- 六、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級學生學習「對流概念」不同學習內涵之學後保留成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異？
- 七、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級不同學習能力的學生學習「對流概念」之學後保留成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異？
- 八、本研究中不同組別學習者對應用「多元表徵交互應用策略」、單用「多媒體展示教學表徵」及「一般教學法」在進行「對流概念」教學活動時的學習態度、教學情境及媒體應用三個向度上的看法是否一致？

本章就研究之資料分析的結果進行解釋討論，同時也對多元表徵交互應用策略的應用與未來的研究方向提出建言。最後就整個研究過程及研究者個人在研究中所獲得之啟發做成結論。是以本章分成三節，第一節針對研究問題與資料分析的結果進行解釋討論；第二節提出對多元表徵交互應

用策略的應用與未來的研究方向的建議；第三節做出結論，為本次研究劃下完整的句點。

第一節 討論

一、發展實施「多元表徵交互應用策略」的可行模式

研究者由 Bruner(1966)的認知表徵論、Shulman(1986)的教學表徵、Ausubel(1963)的有意義學習、訊息處理論及 Schramm(1954)的傳播模式發展出教學傳播模式。再以教學傳播模式、內在學習歷程、外在教學事件及學習條件論，發展出「多元表徵交互應用策略」。教學傳播模式說明了教學時所參與的元素，是一個靜態的模型。而內在學習歷程、外在教學事件及學習條件論提供教學過程中這些元素所扮演的角色與互動的經過，為一動態的流程。

「多元表徵交互應用策略」有完備的理論基礎，再參考 ADDIE 與 ASSURE 的系統化教學，形成「多元表徵交互應用策略」模式的八個步驟，分別為：(一)分析課程及學習者；(二)選擇教學表徵形式；(三)設計教學活動；(四)準備教學表徵；(五)決定教學表徵呈現順序；(六)實施教學活動；(七)評鑑；(八)檢討反思。這八個步驟與陳昆益(2006)所提出的「交互表徵教學策略」的內涵能相契合。在研究過程中，研究者經實驗教學親自操作檢驗這八個步驟後，覺得這八個步驟為一完整且可行的步驟，可提供現場教師做為進行資訊融入教學時，明確可依循之操作程序。

二、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級學生學習「對流概念」之學習成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異

由研究結果得知，受試者在學習「對流概念」時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學習成效優於接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」，這與陳昆益(2006)對屏東縣某國小 53 名學童進行教學實驗利用「地球運動多媒體學習物件」及「交互表徵教學策略」進行地球科學單元教學，所得的結果相同；受試者接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」學習「對流概念」時，學習成效並沒有差異。李國海(2002)利用電腦輔助教學對於國小四年級學童科學概念學習和科學態度所做的研究結果相

同，但與李國政(2005) 對屏東縣某國小五年級學生以資訊科技融入自然與生活科技領域的教學方式進行「太陽的觀測」及「植物世界面面觀」單元及林月芳(2005) 以資訊融入「月亮」單元教學，提昇國小四年級學童天文學習效能之研究結果是不同的。

綜上，研究者認為一般教學法與單用「多媒體展示教學表徵」，學習成效差異可能在於本研究的取樣學校為屏東縣資訊種子初級，中級與資訊典範學校。對於資訊融入教學已行之有年，學生對於教學者採用資訊融入教學的上課方式已習以為常，無法只單靠多媒體展示教學表徵達到吸引學生的注意力，而是要配合可行的教學策略來達到教學目標。是以在教學時，必須依教材內容、學習者特性及教學資源來選擇適當的教學策略，才能在教學時達到事半功倍的成效。

三、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級學生學習「對流概念」不同學習內涵之學習成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異

(一)概念理解部分

由研究結果發現，受試者學習「對流概念」的概念理解分項概念時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學習成效優於接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」；受試者接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」學習「對流概念」的概念理解分項概念時，學習成效並沒有差異。

(二)實驗操作部分

研究結果指出，受試者學習「對流概念」的實驗操作分項概念時，接受「多元表徵交互應用策略」、「一般教學法」或單用「多媒體展示教學表徵」在學習成效並沒有差異。

(三)生活經驗

研究結果顯示，受試者學習「對流概念」的生活經驗分項概念時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學習成效優於接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」；受試者接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」學習「對流概念」的生活經驗分項概念時，學習成效並沒有差異。

依據上述結果，研究者發現教學時有無展示實驗操作教學表徵並不影

響學習者對實驗操作的理解，反而會在概念理解及生活經驗上造成差異。這可能是學習者對於實驗操作的部份覺得較新奇感興趣，所以對於實驗操作的概念較仔細聆聽。但是在概念理解與生活經驗上，因少了實驗操作教學表徵的印證，使「一般教學法」組或單用「多媒體展示教學表徵」組學習成效低於「多元表徵交互應用策略」組。因此，在教授抽象之概念時，更應選擇適當的教學表徵及教學策略，才能達到教學的成效。而由此研究證明「多元表徵交互應用策略」在進行抽象概念教學時，確實為一有效可行的教學策略。

四、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級不同學習能力的學生學習「對流概念」之學習成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異

(一)高分組

由研究結果得知高分組受試者在學習「對流概念」時，接受「多元表徵交互應用策略」、「一般教學法」或單用「多媒體展示教學表徵」在學習成效上並沒有差異。

(二)低分組

由研究結果獲得，低分組受試者學習「對流概念」時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學習成效優於接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」；低分組受試者接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」學習「對流概念」時，學習成效並沒有差異。

以上研究結果與林月芳(2005) 資訊融入「月亮」單元教學，提昇國小四年級學童天文學習效能之研究結果是相同的。研究者認為高分組的學生本身學習的動機與意願就比較強，而相對於學習動機與意願較低的低分組，利用「多元表徵交互應用策略」增加學習動機與意願，達到教學的成效。至於「一般教學法」組或單用「多媒體展示教學表徵」組在學習成效上沒有差異的原因，研究者推論，可能是受試者長期接受資訊融入教學的方式，對於多媒體展示教學表徵已無新鮮感的緣故。

五、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級學生學習「對流概念」之學後保留成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異

研究結果顯示，受試者在學習「對流概念」時，接受「多元表徵交互

應用策略」教學的學後保留成效優於接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」；受試者接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」學習「對流概念」時，學習保留成效並沒有差異。這與陳昆益(2006)所得之結果相同。也和張文菁(2006)以 TMCAI 結合動機策略對國小社會學習動機、成就與保留之研究結果一致。

由此結果發現，在學生進行課程後，再進行補救教學的功效不彰。原來學習成效差的「一般教學法」組及單用「多媒體展示教學表徵」組並未因補救教學而在延宕測中，拉進與「多元表徵交互應用策略」組的差距。其原因可能在於進行補救教學時，學生認為已學習過，所以學習意願低落，原本形成的迷思概念不易扭轉，造成補救教學成效不彰。而「多元表徵交互應用策略」組雖然在課程結束後到延宕測驗之前並無進行補救教學，但是經過一段時間的內化，成績仍比其餘兩組高。可見當學生剛接觸到新的概念時，若有好的教學策略來指導學生形成正確的認知，比事後再來補救來得事半功倍。

六、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級學生學習「對流概念」不同學習內涵之學後保留成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異

(一) 概念理解部分

研究結果指出受試者學習「對流概念」的概念理解分項概念時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學後保留成效優於接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」；受試者接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」學習「對流概念」的概念理解分項概念時，學後保留成效並沒有差異。

(二) 實驗操作部分

由研究結果可得受試者學習「對流概念」的實驗操作分項概念時，接受「多元表徵交互應用策略」、「一般教學法」或單用「多媒體展示教學表徵」在學後保留成效上並沒有差異。

(三) 生活經驗部分

由研究結果獲得受試者學習「對流概念」的生活經驗分項概念時，接受「多元表徵交互應用策略」、「一般教學法」或單用「多媒體展示教學表徵」在學後保留成效上並沒有差異。

由上述研究結果可發現，雖然在「對流概念學習成就評量卷」總得分上，後測得分與延宕測得分之統計分析結果相同，但在不同的學習內涵上卻有了變化。原本在生活經驗部份，「多元交互表徵教學」組與單用「多媒體表徵教學」組及「一般教學法」組間是有顯著差異的，但是在延宕測時，三組在生活經驗部份的統計分析卻無顯著差異。推論其原因可能有二：1.為補救教學對生活經驗部份有成效；2.學生學習過「對流概念」單元後，對於日常生活中出現的對流現象會比較注意，加深學習的印象，達到學習成效。

在概念理解部分，「多元交互表徵教學」組與單用「多媒體表徵教學」組及「一般教學法」組間的顯著差異並未因補救教學而有所改變，再次驗證前述之論點，當學生剛接觸到新的概念時，若有好的教學略策來指導學生形成正確的認知，比學生形成迷思概念後再來補教導正來得事半功倍。

七、應用「多元表徵交互應用策略」於國小五年級不同學習能力的學生學習「對流概念」之學後保留成效與單用「多媒體展示教學表徵」組及「一般教學」組是否有顯著差異

(一)高分組

由研究資料可得高分組受試者在學習「對流概念」時，接受「多元表徵交互應用策略」、「一般教學法」或單用「多媒體展示教學表徵」在學後保留效果上並沒有差異。

(二)低分組

研究結果說明低分組受試者學習「對流概念」時，接受「多元表徵交互應用策略」教學的學後保留效果優於接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」；低分組受試者接受一般教學法或單用「多媒體展示教學表徵」學習「對流概念」時，學後保留效果並沒有差異。

比較「對流概念學習成就評量卷」後測得分與延宕測得分之統計分析結果可知，補救教學對高分組及低分組學生的學習成效並沒有明顯的幫助。

八、本研究中不同組別學習者對應用「多元表徵交互應用策略」、單用「多媒體展示教學表徵」及「一般教學法」在進行「對流概念」教學活動時的學習態度、教學情境及媒體應用三個向度上的看法是否一致

(一)學習情形之意見分析

三組受試者除了對第二題(可以增加我對學習自然科學的動機)所持意見有所不同外，在不同教學策略的教學活動中，對於學習動機及自我評估學習成效的看法上無顯著差異。

單用「多媒體表徵教學」組在第二題的看法上與「多元表徵交互應用策略」組不同，而「一般教學」組與「多元表徵交互應用策略」組及單用「多媒體表徵教學」組對第二題的看法並無顯著差異。

實驗乙組雖然在第十二題「我對學習時的內容很有信心，寫測驗時我非常把握。」的平均得分高於實驗甲組，但在後測得分卻比實驗甲組來得低，由此可知這時期的學生雖可利用符號表徵進行抽象概念的學習，但如無佐以實物展示，學生並不容易掌握正確的課程內容。「多媒體展示學習物件」雖能提高學生學習動機，若沒有配合實物展示，會造成學生產生似是而非的模糊概念，這與前述 Bruner(1963)的認知表徵論及 Piaget 的認知發展論之論點能相互佐證。

(二)上課情形之意見分析

由上數據顯示三組受試者對於不同教學策略的教學活動進行時，其「上課情形」多持著正面的態度，即表示受試者對於教師不論運用那種教學策略所呈現之教學表徵及教學活動，都有很高的接受度。

三組受試者除了對第二十一題(老師使用許多教具來說明，讓我更清楚上課的內容)所持意見有所不同外，對於教師不論運用那種教學策略所呈現之教學表徵及教學活動的看法上無顯著差異。

從第二十一題「老師使用許多教具來說明，讓我更清楚上課的內容。」之 LSD 事後比較，顯示實驗乙組的得分明顯高於實驗甲組，原因可能是為了避免外在的干擾因素影響實驗的信效度，而將教學活動在 80 分鐘內實施完畢。對實驗甲組來說，既要學習「多媒體展示學習物件」又要觀察「實物操作展示學習物件」，在短時間呈現太多的資訊，造成很大的學習負擔。這與前述之訊息處理論之論點亦相同。是故，在課程進度的安排上，宜保留一些時間讓學生討論、內化，使學習效率得以提升。

(三)媒體應用之意見分析

利用「資訊融入教學表徵檢核表」所發展出來的「多媒體展示教學表徵」，不論是動畫呈現、畫面設計、色彩構圖以及文字說明，受

試者皆有很高的滿意度及接受度。而由三十八題到四十題也可發現，二組受試者對於資訊融入教學，多持正向肯定的態度。

第十六題(老師的上課方式非常有趣，十分吸引我)，三組在本題的得分皆為 4.47。除「多元表徵交互應用策略」組外，其餘二組在此分量表各題的得分都以此題最高，而「多元表徵交互應用策略」組在此分量表各題的得分最高為 4.5，與本題得也相差 0.03 而已。三組在共變數分析所得之 F 值為 0.07，p 值為 0.932。因此可看出受試者對教師上課方式的肯定。

九、小結

由「對流概念學習成就測驗卷」的得分可知，於相同概念的教學活動中，雖然交互表徵教學策略組和多媒體展示物件教學組使用的是同一份投影片，但沒有應用合適的教學策略，沒有適當的實驗操作及多媒體展示物件交互呈現，在對流概念教學的成效上就會大打折扣。因此由本研究可知「多元表徵交互應用策略」組確實比多媒體展示物件組的教學有成效，亦比傳統式教學組來得有效益。這與陳昆益(2006)所得的結果相同。也驗證了前述歐陽閻(2004)、劉世雄(2001)及 Clark(1994)所指出的「為資訊融入而資訊融入」對教學是沒有幫助的看法。由此可見在教學上，教學者能用正確且適當的教學策略更能提昇學習者的學習成效。因此，研究者認為在教學上要實施資訊融入教學時，利用適當的、正確的、有成效的教學策略去安排教材及融入教學，遠比使用何種媒體或科技來呈現教材來得重要且有成效。

本研究發現「多元表徵交互應用策略」不但可提高學習者的學習意願亦可增加教學的成效，在教學上為一有效能的教學策略。在設計與本研究類似課程時應用「多元表徵交互應用策略」，在教學的過程中交互呈現不同型態的教學表徵，引起學生的學習動機，提升學習意願及並達成教學的目標與成效。

本研究過程中，為對流教學所設計的「對流概念多媒體展示物件」，亦以網際網路與其他的教學者分享。將此教材提供給其他的教學者，作為在對流概念教學時的參考及應用。分享網址為：

<http://tw.class.urlifelinks.com/class/?csid=css000000046717&id=model4&cl=1192408768-7401-4189>。研究者發展教材時，以 PowerPoint 軟體編製，以利後來使用者修改或加註。

第二節 建議

基於本研究之結論與實驗教學之經驗提出下列的建議，供使用交互表徵教學策略時及未來研究相關研究的參考。

一、教學實踐

針對使用多元表徵交互應用策略進行實驗教學的意見與檢討，提供下列研究建議：

(一) 多元表徵交互應用策略

由本研究的結果指出，「多元表徵交互應用策略」確實為一有效可行之策略。因此建議教師在進行資訊融入教學時，可依「多元表徵交互應用策略」實施步驟：1.分析課程及學習者；2.選擇教學表徵形式；3.設計教學活動；4.準備教學表徵；5.決定教學表徵呈現順序；6.實施教學活動；7.評鑑；8.檢討反思；來發展不同的教學表徵，設計教學活動，並利用此一教學策略提昇學習者的學習意願與學習成效。

(二) 資訊融入教學

本研究發現教學者在選擇使用資訊融入教學的方式進行教學時，利用資訊媒體來呈現教材並不能提升學習者的學習成效，只有配合教學策略進行教學才能達到教學的成效。所以依本研究結果建議，教學者在進行資訊融入教學時，應先考慮適當的教學策略，再選定合宜的資訊媒體，兩者相輔相成，如此才能讓資訊融入教學發揮最大的教學效益。

(三) 配合課程需求決定表徵先後順序

使用「多元表徵交互應用策略」時，應就課程的內容與性質，作為不同表徵呈現先後順序的考量。如要先說明課程重點，則應考慮先呈現可將教學重點清楚呈現的表徵。但如果課程以操作示範、實驗流程等教學內容時，則應先呈現相對應之表徵。為同一概念所設計之不同教學表徵在課程中呈現比例應大致相同，且相同概念之不同教學表徵應接續前後呈現，中間最好不要插入其他概念的教學物件，以免學習者混淆。

(四)資訊設備的配合

在設計教學表徵時，應考慮到學校軟硬體設備是否能配合。在軟體部份，研究者建議儘量使用方便常見的軟體製作，避免臨時要修改表徵，卻無可用之軟體。而在硬體方面，除了要考慮資訊設備外，也要考慮上課環境是否能配合。如果是初次使用資訊融入的方式進行教學，在教學前建議先試用軟硬體設備，將教學流程進行一次。除了可熟悉設備操作及掌握教學時間外，也避免教學時發生設備無法操作使用的意外，延誤教學進度。

(五)設計讓學習者可操作之教學表徵

本研究實施「多元表徵交互應用策略」時，不論是「多媒體教學表徵」或是「操作示範教學表徵」都局限在教學者的操作講解說明，對於學習者，並沒有提供親自操作練習的機會。學習者如能親自操作而從中獲得學習經驗應是最直接且最有教學成效的。因此建議在使用「多元表徵交互應用策略」時，可依教學內容設計出可由學習操作之教學表徵。讓學習者藉由實際操作，以提升學習者之學習成效及學習動機。

(六)以班群方式進行

在現場教學時，科任教師可自己進行這些步驟，因為科任擔任較多班級的教學，可將上一班的經驗延續到下一班。但導師的部份，因為只上一班的課程，並無法對於所發展的教學表徵進行調整及檢討反思。因此提出組成班群的方式，每位導師依班群大小及自我能力負責一~數個單元進行交換教學。如此不但可使導師精熟「多元表徵交互應用策略」，也可對於自己所發展的教學表徵進行調整及檢討反思。

二、未來研究

研究者使用進行教學，對後進的研究者提出以下列研究建議：

(一)補救教學

在實驗教學後之補救教學並未達成明顯的學習成效，甚至利用原本有效的教學策略，也無法產生顯著的進步。因此本研究未來將探討利用「多元表徵交互應用策略」在補救教學時未能有效達成學習成效的原因，並藉由研究過程檢討改進，發展出有效可行的補救教學之教學策略

(二) 擴展學習領域

有鑑於「多元表徵交互應用策略」在對流教學的顯著成效，本研究將續繼把「多元表徵交互應用策略」這種資訊融入教學的方式運用到其他學習領域中，研究應用「多元表徵交互應用策略」在各個學習領域的教學中，是否都能獲得良好的成效。

(三) 融入其它元素

本研究所發展的教學表徵，其主要元素為圖像為主之多媒體及教學者示範。在自然與生活科技領域的課程內容中，可加入其他不同元素如：學習者操作、聲音、情境影片...等元素，藉由不同的教學元素組合來設計教學表徵，並探討「多元表徵交互應用策略」配合不同的教學表徵在教學上的效益。

(四) 資料收集

本研究本有採小團體訪談來收集質性資料，從訪談過程及結果發現，對於國小五年級的學生而言，利用訪談的方式學生並無法侃侃而談，多要教師引導。回答也通常只有「是」、「不是」、「喜歡」、「不喜歡」...等諸如此類的話語。當研究者深究其回答時，也是很簡單的一、二句話作說明，且當有一個人回答問題後，其餘學生就會異口同聲的說：「我也是。」或「跟他一樣。」，訪談的過程十分不順利，也比較無法得到學生真正的想法。對於這樣的資料研究者認為無法進行深入探討，是以在本論文中並沒有加入此項資料。因此建議後期之研究者可在教學活動進行時錄影，事後再觀看上課影片進行教學觀察，將學生在上課中的表現記錄下來，應可獲得更正確有用的資料。

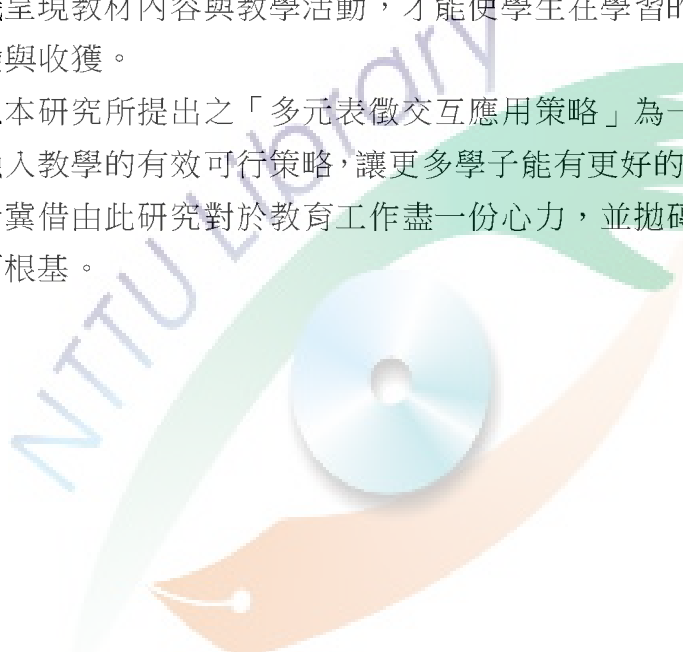
第三節 結論

隨著時代進步，資訊設備的發達，將資訊融入教學已然成為現今教育的顯學。在教育當局大力推動各項資訊融入教學的政策與理念影響下，許多學者專家研究資訊融入教學的各種可能性，亦有許多的現場教師認真的思索如何利用資訊科技，以更多元的方式來呈現教材、進行教學以及提升教與學的成效。

但水能載舟亦能覆舟，資訊融入教學並不是只有將教材變成聲光影音

動畫。如未經事前的設計規畫，配合可行的教學策略，資訊融入教學不但達不到教學的成效，甚至造成反效果。試想如果科技進步就可以帶來學習的成效，那目前學童的學習成效應是十年前的數倍。是以在科技日新月異的狂潮下，教學者更應認清教學的本質，才不會陷入為資訊融入而融入的泥淖中。研究者認為「教學」並不是用了什麼科技，展示了多少教材，而是學習者經由教學活動的歷程中，學習了多少，學到了什麼。科技的進步只是帶來更多元的教學方法，更方便教與學的進行。但科技的進步只是載具的改變，就如同最早是利用畫砂、石灰，後來發展到粉筆黑板，到現今的電腦單槍。要提升教學成效還是仰賴良善的教學策略，以有效的教學策略來組織呈現教材內容與教學活動，才能使學生在學習的過程中有更好的學習經驗與收獲。

是以本研究所提出之「多元表徵交互應用策略」為一提供現場教師進行資訊融入教學的有效可行策略，讓更多學子能有更好的學習經驗與成效。研究者希冀借由此研究對於教育工作盡一份心力，並拋磚引玉，為更好的教育扎下根基。



參考文獻

一、中文參考文獻

- 王全世(2000)。對資訊科技融入各科教學之資訊情境評估標準。**資訊與教育雜誌**，77，36-47。
- 王全世(2001)。資訊科技融入教學之意義與內涵。**資訊與教育雜誌**，80，23-31。
- 王佩蓮(2001)。資訊融入自然與科技領域教學。**教師天地**，112，59-64。
- 王美芬、熊召弟(2006)。**國小階段自然與生活科技教材教法**。台北：心理。
- 王美芬(2000)。國小教師面對九年一貫「自然與生活科技」領域新課程因應策略。**國教新知**，46(3)，31-36。
- 毛莉嘉(2002)。**國小學童熱傳導概念理解與概念改變之研究**。國立高雄師範大學物理研究所碩士論文。
- 石原青(2003)。**小六至國三學生熱與溫度之學生概念之認知類型，層次，頻率分佈與認知發展之研究**。國立高雄師範大學物理研究所碩士論文。
- 朱則剛(1996)。建構主義對教學設計的意義。**教學科技與媒體**，26，3-12。
- 何榮桂、陳麗如(2001)。中小學資訊教育總藍圖的內涵與精神。**資訊與教育雜誌**，85，22-28。
- 何治鈴(2001)。**概念構圖與合作學習應用於綜合高中會計科目教學成效之研究**。中原大學會計研究所碩士論文。
- 沈翠蓮(2004)。**教學原理與設計**。台北：五南。
- 沈中偉(1992)。蓋聶教學理論對教學設計之應用與啟示。**視聽教育雙月刊**，33(4)，28-37。
- 沈中偉(2005)。**科技與學習：理論與實務**。台北：心理。
- 汪寶明(2004)。資訊科技融入國民小學自然與生活科技課程成效之研究。**生活科技教育月刊**，37(1)，36~56。
- 余民寧(2003)。**有意義的學習：概念構圖之研究**。台北：商鼎。
- 吳裕聖(2001)。**概念構圖教學策略對國小五年級學生科學文章閱讀理解及概念構圖能力之影響**。國立中正大學教育學研究所碩士論文。

- 林月芳(2005)。資訊融入教學以提昇國小學童天文學習效能之研究-以「月亮」單元為例。國立屏東師範學院數理教育研究所碩士論文。
- 林清山(譯)(1997)，Richard E. Mayer 原著，**教育心理學認知取向**。台北：遠流。
- 林秋雪(2002)。針對小六、國中及高二學生對對流概念之認知類型、層次、頻率及熟知識發展作研究。國立高雄師範大學物理研究所碩士論文。
- 林筱雯(2002)。運用概念構圖為後設認知工具於國小二年級自然科之行動研究。國立屏東師範學院數理教育研究所碩士論文。
- 林金定、嚴嘉楓、陳美花(2005)。質性研究方法：訪談模式與實施步驟分析。**身心障礙研究**，3(2)，112-136。
- 林佳蓉(2006)。以 HPT 模式級認知動機因素探討台灣資訊種子小學科技融入教學之現況與相關因素研究。**國立臺北教育大學學報**，19(1)，117-148。
- 李鴻亮(2000)。數位媒體與教材教法的結合，**教學科技與媒體**，50，37-41。
- 李明芬(2001)。教學設計的多元思維。**教學科技與媒體**，55，2-16。
- 李道良(2002)。小六至國三學生對熟與體積變化概念之類型、層次、頻率分佈及認知發展之研究。國立高雄師範大學物理研究所碩士論文。
- 李鴻亮(2004)。從系統化教學設計之觀點剖析資訊融入課程中的教學模組。**國教之友**，56(1)，8-15。
- 李崇誠(2006)。應用系統化教學設計模式設計發展國中輕中度智障礙學生實用數學領域統計圖表單元課程與教學之研究。桃園縣政府教育局 95 資訊融入教學學習社群教師團隊專案報告。桃園：教育局
- 李國海(2002)。電腦輔助教學對於國小四年級學童科學概念學習和科學態度之影響。臺中師範學院自然科學教育所碩士論文。
- 李國政(2005)。國小教師應用資訊科技融入自然與生活科技領域教學之研究---以「太陽的觀測」及「植物世界面面觀」單元為例。國立屏東師範學院教育行政研究所碩士論文。
- 岳修平(譯)(1998)，E. D. Gagné, C. W. Yekovich, F. R. Ywkvovich 原著，**教學心理學—學習的認知基礎**。台北：遠流。
- 周文欽(2006)。研究方法—實徵性研究取向。台北：心理。
- 周秋香(2005)。自然科學與生活科技概論。台北：心理。

- 周倩、張芳崎(2002)。網路學習互動性之初探：科技功能與認知學習。網路教學與圖書資訊學應用研討會論文集。
- 邱志忠(2002)。國小教師運用資訊科技融入學科教學之教學策略研究。國立高雄師範大學工業科技教育學系碩士論文
- 邱俊宏(2004)。多媒體電腦輔助教學對國小學童學習線對稱圖形成效之研究。國立屏東師範學院數理教育研究所碩士論文
- 邱皓政(2006)。量化研究與統計分析。台北：五南。
- 邱瓊慧(2002)。中小學資訊科技融入教學之十件事。資訊與教育雜誌，88，3-9。
- 段曉林(1996)。學科教學知識對未來科教師資培育上的啟示。第一屆數理教學及師資培育研討會論文彙編，118-143。
- 徐新逸、吳佩謹(2002)。資訊融入教學的現代意義與具體作為。教學科技與媒體，59，63-73。
- 梁志平、余曉清(2006)。建構主義式的網路科學學習對國中生力的概念學習之研究。科學教育學刊 14(5)，493-516。
- 張文菁(2006)。TMCAI 結合動機策略對國小社會學習動機、成就與保留之影響。慈濟大學教育研究所碩士論文。
- 張春興(1999)。教育心理學—三化取向的理論與實踐。台北：東華。
- 張新仁(2003)。學習與教學新趨勢。台北：心理
- 張國恩(1999)。資訊融入各科教學之內涵與實施。資訊與教育雜誌，72，2-9。
- 張霄亭(2000)。我國「教學科技」的發展與趨勢。教學科技與媒體，49，9-12。
- 張霄亭(總校閱)(2002)。Robert Heinich, Michael Molenda, James D. Russell 原著，教學媒體與教學科技。台北：雙葉。
- 張淑萍(2004)。當教學設計遇上 e-learning。資策會數位學習技術中心。2007/07/16 取自：<http://www.elearn.org.tw/NR/exeres/02A76568-7FD1-4BEB-8F8A-FDEC84DF337C.htm>
- 郭重吉(1988)。從認知觀點探討自然科學的學習。彰化教育學院學報，13，351-377。
- 郭重吉(1990)。學生科學知識認知結構的評估與描述。彰化師範大學學報，1，279-320。
- 郭銘哲(2004)。高中生活科技教師教學表徵之個案研究。國立高雄師範大學工業科技教育學系碩士論文。

- 教育部(2001)。中小學資訊教育總藍圖。2007/07/16，取自：
<http://masterplan.educities.edu.tw/conference/total.shtml>
- 教育部(2006)。九年一貫課程自然與生活科技學習領域。2007/07/16，取自：
<http://teach.eje.edu.tw/9CC/brief/brief1.php>
- 國立教材資料館(2003)。視聽教育。2007/07/16，取自：
<http://teach.eje.edu.tw/9CC/brief/brief1.php>
- 陳李綢(1985)。布魯納理論應用於中小學生認知學習的成效研究。國立臺灣師範大學教育心理學系教育心理學報，18，191-228。
- 陳沛瑩(2004)。以 POE 教學策略探究國小六年級學童「熱」迷思概念及概念改變之研究。臺北市立師範學院科學教育研究所碩士論文。
- 陳昆益(2006)。「交互表徵教學策略」應用於地球科學單元教學之研究。國立台南大學教育研究所碩士論文。
- 盛群力、李志強(2003)。現代教學設計論。台北：五南。
- 彭聃齡、張必隱 (2000)。認知心理學。台北：東華。
- 黃永和(1997)。「教學表徵」—教師的教學法寶。國教世紀，178，17-24。
- 黃仕賢(2004)。高雄縣市小六至國三學生比熱概念之認知類型的研究。國立高雄師範大學物理研究所碩士論文。
- 黃嘉勝(2004)。資訊科技媒體融入於我國科技教育之教學探討。生活科技教育月刊，37(6)，14-21。
- 楊司維(2002)。資訊融入以專題為基礎之教學與學習對批判思考能力與意向影響之研究—以國小六年級自然科教學為例。屏東師範學院教育科技研究所碩士論文。
- 曾建勳(2002)。前導組體與電腦視覺化模擬工具對國小學童機率學習之影響。臺南師範學院教育研究所碩士論文
- 溫明正(2000)。資訊科技融入各科教學之應用。教學科技與媒體，50，54-61
- 湯宗益、廖莉芬(2003)。互動形式與使用者態度之研究：以遠距教學系統為例。資訊管理展望，5(1)，101-114。
- 詹慧齡(2001)。以學習環為基礎將資訊科技融入國小自然科教學之行動研究。國立花蓮師範學院國小科學教育研究所碩士論文。
- 劉世雄(2001)。資訊科技應用教學的省思。教學科技與媒體，57，88-94。
- 劉炫志(2003)。組織中個人行動電話使用行為與溝通滿意之研究—以台灣地區行銷業務人員為例。國立中山大學傳播管理研究所碩士論文。

- 劉世雄(2004)。資訊科技融入教學的模式與學生學習因素之研究。國立屏東師範學院國民教育研究所博士論文。
- 劉麗玲(2001)。國中資深理化教師教學表徵之個案研究。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 劉怡靈(2001)。小六至國三學生熱傳導之迷思概念類型研究(高雄地區)。國立高雄師範大學物理研究所碩士論文。
- 劉懷桐、陳桂霞(2003)。資訊科技融入國小二年級時間概念教學之探討。中華民國第十九屆科學教育學術研討會。2008/03/01 取自：
http://www.mtedu.tw/leeys_teaching/%E7%A0%94%E8%A8%E6%9C%83/2003-19%E7%A7%91%E6%95%99%E7%A0%94%E8%A8%E6%9C%83/pdf/5/114.pdf
- 劉嘉茹、侯依伶(2004)。國三學生板塊構造運動概念學習之心智狀態研究。科學教育學刊，12(4)，399-420
- 資策會(2007)。2007年7月連網主機觀測報告。2008/2/12 取自：
<http://www.find.org.tw/find/home.aspx?page=many&id=186>
- 趙居蓮譯(1997)。Gagne, R. M.原著(1985)。學習與教學。台北：心理。
- 蔡佳璋(2000)。三至八年級學生熱膨脹概念之研究。國立高雄師範大學物理研究所碩士論文。
- 蔡添財(2003)。國小高年級自然科教師學科教學知識之個案研究。臺中師範學院自然科學教育學系碩士論文。
- 鄭靜瑜(2001)。資訊科技融入引導發現式教學對國小五年級不同能力學生學習成就與學習保留之研究-以『槓桿』單元為例。屏東師範學院教育科技研究所碩士論文。
- 歐陽閻 (2004)。從學習的觀點談資訊科技融入教學。國教之友，56(1)，3-7。
- 魏金財(1989)。國小自然科學模組化教學活動設計理論與實例探討。七十八年國小課程學術研討會專輯。77-103。
- 謝秀月(2001)。國小自然教師科學教學實踐知識與科學教學表徵之個案研究。國立彰化師範大學科學教育研究所博士論文
- 謝清俊(2003)。資訊與信息。國家數位典藏通訊，2(11)，2007/8/7，取自
http://www2.ndap.org.tw/newsletter06/news/read_news.php?nid=404
- 薛雅明、徐玉瓊(2005)。超媒體學習系統中互動性對系統認知態度、滿意度與學習成效之影響。南大學報，39(1)，175-192。

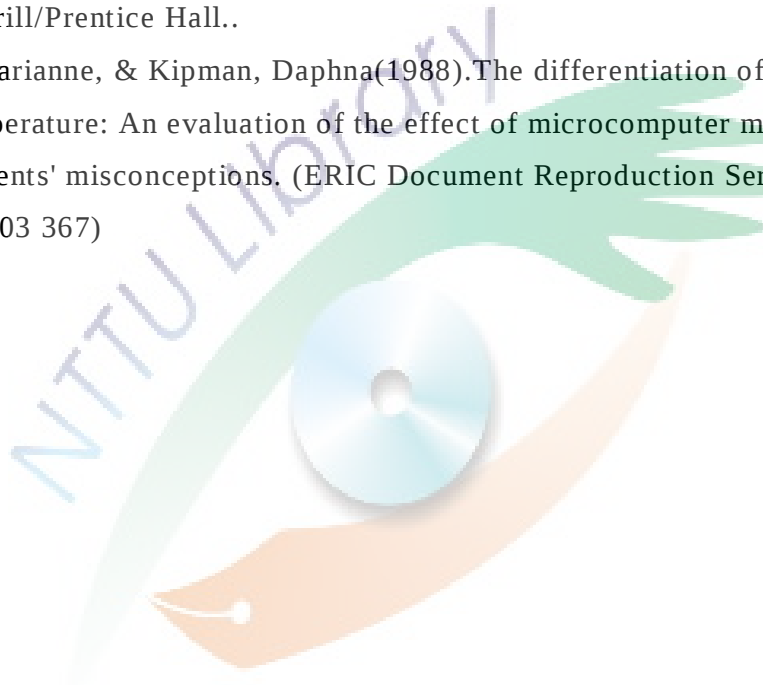
- 羅綸新(2002)。多媒體與網路基礎教學：理論、實務與研究。台北：博碩文化
- 藍治平(2001)。國中生物教師資訊行為之研究。國立臺灣師範大學生物研究所碩士論文。
- 藍治平、簡秀玲、張永達(2002)。教學表徵多樣化的理論與應用—以國中生物『遺傳』的概念為例。科學教育月刊，248，41-53。
- 蘇育任(1996)。探討 PAC 模式—自然科學實驗評量新方法。測驗統計年刊，4，179-194
- 鐘樹椽、林慶宗(2006)。資訊科技在自然科的教學應用。研習資訊，23(1)，55-60。

二、西文參考文獻

- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. N. Y.: Grune & Stratton.
- Ausubel, D. P. (1968). *The educational psychology : A cognitive view*. N.Y. : Holt, Rinehart, & Winston.
- Ball, D. L. (1990). The mathematical understandings that prospective teachers bring to teacher education. *Elementary School Journal*, 90(4), 449-466.
- Bloom, B. S. (1994). Reflections on the development and use of the taxonomy. *National Society for the Study of Education*, 92(2), 1-8.
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Cambridge, MA : Harvard University Press
- Clark, R. E. (1994). Media will never influence learning. *Educational Technology Research and Development*, 42(2), 21-29.
- Clark, D. B., & Jorde, D. (2004). Helping students revise disruptive experientially-supported ideas about thermodynamics: Computer visualizations and tactile models. *Journal of Research in Science Teaching*. 41(1), 1-23.
- Driscoll, M. P. (2000). *Psychology of learning for instruction*. Boston, MA : Allyn and Bacon.
- Grabe, M. & Grabe, C. (2001). *Integrating technology for meaningful learning*. Boston : Houghton Mifflin Company.

- Ebel R.L., & Frisbie D.A. (1991). *Essentials of educational measurement*. N J: Prentice-Hall
- Erickson, G. (1979). Children's conceptions of heat and temperature. *Science Education*, 63(2), 221-230.
- Gagné, R. M. (1985). *Essentials of learning for instruction*. Illinois: Dryden Press.
- Hilbert, J. & Carpenter, T. P. (1992). Learning and teaching with understanding. In D. A. Grouws (Eds). *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp65-100). New York: Macmillan.
- Heinich, Robert; Molenda, Michael; Russell, James; and Smaldino, Sharon (1999). *Instructional Media and Technologies for Learning* (6th ed.). Columbus, OH: Prentice-Hall.
- Lindsay, P. H., & Norman, D. A. (1977). *Human information processing*. New York : Academic Press.
- McKendree, J., Small, C., Stenning, K., & Conlon, T. (2002). The role of representation in teaching and learning critical thinking. *Educational Review*, 54 (1), 57-67.
- Merrill, M. D., Drake, L., Lacy, M. J., & Pratt, J. (1996). Reclaiming instructional design. *Educational Technology*, 36(5), 5-7.
- McDiarmid, G. W., D. Ball, and C. Anderson. 1989. Why staying one chapter ahead doesn't really work: Subjects specific pedagogy. In *Knowledge base for the beginning teacher* (193-205). Edited by M. C. Reynolds. Oxford: Pergamon.
- M. Sözbilir(2003).A Review of Selected Literature on Students' Misconceptions of Heat and Temperature. *Boğaziçi University Journal of Education*.20(1),25-41
- Novak, J. D. (1998). *Learning, creating, and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Richard, E. Mayer, & Roxana Moreno(2003).Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*,38(1),43-52.
- Schramm, W.(1954). *How communication works*. In W. Schramm (Ed.), *The*

- process and effects of mass communication. Urbana, IL: University of Illinois Press.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand : Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching : Foundation of new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Newby, T. J., Stepich, D. A., Lehman, J. D., & Russell, J. D. (2000). *Instructional technology for teaching and learning: Designing instruction, integrating computers, and using media (2nd Ed.)*. New Jersey: Merrill/Prentice Hall..
- Wiser, Marianne, & Kipman, Daphna (1988). The differentiation of heat and temperature: An evaluation of the effect of microcomputer models on students' misconceptions. (ERIC Document Reproduction Service No. ED303 367)



附錄一 自然與生活科技領域教案(甲)

服務學校	屏東縣○○國小	教學班級	實驗甲組
教學科目	自然與生活科技領域	教學時數	八十分鐘
教學單元	熱的傳播與保溫—對流概念		
教材來源	康軒版第六冊第三單元 熱的傳播	教學者	邱廷榮
教學研究		教學資源	
一、教材分析：從日常生活經驗中了解熱傳播方式在生活科技上的應用。 二、教學重點：藉由實驗操作觀察，以了解熱的傳播方式進而探討熱傳播方式在生活中的應用。		硬體：單槍投影機、筆記型電腦、木屑、酒精燈、燒杯、廣口瓶、開孔鐵箱、線香、打火機、蠟燭。 軟體：康軒版第六冊教師手冊，習作 九年一貫課程網站。	
能力指標	1-3-4-4 由實驗的結果，獲得研判的論點。 2-3-1-1 提出問題、研商處理的策略、「學習」控制變因、觀察事象的變化並推測可能的因果關係。學習資料處理、設計表格、圖表來表示資料。學習由變量與應變量之間相應的情形、提出假設或做出合理的解釋。 2-3-5-1 知道熱由高溫往低溫傳播，傳播的方式有傳導、對流、輻射。傳播時會因材料、空間形狀而不同。此一知識可應用於保溫或散熱上。 5-3-1-1 能依據自己所理解的知識，做最佳抉擇。 6-3-2-1 察覺不同的辦法，常也能做出相同的結果。 7-3-0-2 把學習到的科學知識和技能應用於生活中。		

	單元目標	具體目標
認知領域	1. 了解熱的傳播方式 2. 了解熱對流的意義 3. 知道熱傳播在生活科技上的應用	1. 能說出熱的對流傳播方式 2. 了解對流傳播方式，不會因液、氣體的不同，而有所不同。 3. 能舉例說明，日常生活中應用到對流概念的事物。
情意領域	4. 能了解實驗結果的意義	4. 能細心觀察液、氣體對流傳播方式的特點
技能領域	5. 注意實驗安全 6. 能操作實驗儀器的方法	5. 從實驗操作示範中了解熱的對流方式
教學研究	一、學生已經具備了測量溫度，觀察實驗，了解液體與氣體有流動的現象 二、本課程分析 (一) 垂直分析 在國小的課程部分與本次課程有關的課程中是三年級上學期的第三單元空氣和風；與對流概念有關的課程主要目標為察覺空氣流動成風，並測量風向和風力。三年級下學期的第三單元奇妙的水；與對流概念有關的課程主要目標為察覺水有蒸發、凝結、三態、流動和浮力等性質。 在國中的課程部分與本次課程有關的有八年級上學期第五章溫度與熱的第四單元熱的傳播方式，課程主要目標有熱傳播的原理與方式及熱對流的現象與影響熱對流的原因。 (二) 水平分析 對流概念為五年級下學期的第三單元熱的傳播與保溫中的一個概念，在課程中與其相關的概念還有傳導概念(熱在固體的傳播方式)與輻射概念(熱在無介質的傳播方式)，以及散熱與保溫。 三、教學策略：多元表徵交互應用策略。 四、教學表徵：「媒體展示教學表徵」、「操作示範教學表徵」	

能力指標	教學活動	時間(分)	教學資源	學習效果評量
	課前準備： 一、教師準備：單槍投影機、筆記型電腦、木屑、酒精燈、燒杯、廣口瓶、開孔鐵箱、線香、打火機、蠟燭、多媒體展示教學表徵。 二、學生準備：自然與生活科技課本(康軒版第六冊) ----- 第一 節 ----- 壹、準備活 引起動機：聯絡舊經驗 貳、發展活動 (一) 九陽神功 1.呈現「燒杯加熱實驗操作表徵」讓學習者分組觀察 2.呈現「燒杯加熱多媒體展示表徵」並概念做說明。 (二)九陰真經 1.呈現「冷熱瓶實驗操作表徵」讓學習者分組觀察	5 10 10 15	「多媒體展示表徵」 酒精燈、燒杯、木屑石綿心網、三角架、打火機 「燒杯加熱多媒體展示表徵」 廣口瓶、線香、	□頭 □頭觀察 □頭 □頭觀察

能力指標	教學活動	時間(分)	教學資源	學習效果評量
	----- 第二節 ----- 貳、發展活動			
1-3-5-3	(二)九陰真經 2.呈現「冷熱瓶多媒體展示表徵」並概念做說明。	10	「冷熱瓶多媒體展示表徵」	□頭
1-3-4-4 2-3-1-1	(三)吸星大法 1.呈現「密閉箱實驗操作表徵」讓學習者分組觀察	10	開孔鐵箱、線香、打火機、蠟燭	□頭觀察
5-3-1-1	2.呈現「密閉箱實驗多媒體展示表徵」並概念做說明。	5	「密閉箱實驗多媒體展示表徵」	□頭
5-3-1-1	參、綜合活動 (一)問題互動 利用生活問題提問	3	「多媒體展示表徵」	□頭
1-3-4-4 5-3-1-1 6-3-2-1 7-3-0-2	(二)評鑑 利用「對流概念學習成就評量卷」進行評量	12	「對流概念學習成就評量卷」	紙筆

附錄二 自然與生活科技領域教案(乙)

服務學校	屏東縣○○國小		教學班級	實驗乙組
教學科目	自然與生活科技領域		教學時數	八十分鐘
教學單元	熱的傳播與保溫—對流概念			
教材來源	康軒版第六冊第三單元 熱的傳播	教學者	邱廷榮	
教學研究		教學資源		
一、教材分析：從日常生活經驗中了解熱傳播方式在生活科技上的應用。 二、教學重點：藉由實驗操作觀察，以了解熱的傳播方式進而探討熱傳播方式在生活中的應用。		硬體：單槍投影機、筆記型電腦 軟體：康軒版第六冊教師手冊，習作 九年一貫課程網站。		
能力指標	1-3-4-4 由實驗的結果，獲得研判的論點。 2-3-1-1 提出問題、研商處理的策略、「學習」控制變因、觀察事象的變化並推測可能的因果關係。學習資料處理、設計表格、圖表來表示資料。學習由變量與應變量之間相應的情形、提出假設或做出合理的解釋。 2-3-5-1 知道熱由高溫往低溫傳播，傳播的方式有傳導、對流、輻射。傳播時會因材料、空間形狀而不同。此一知識可應用於保溫或散熱上。 5-3-1-1 能依據自己所理解的知識，做最佳抉擇。 6-3-2-1 察覺不同的辦法，常也能做出相同的結果。 7-3-0-2 把學習到的科學知識和技能應用於生活中。			

	單元目標	具體目標
認知領域	1. 了解熱的傳播方式 2. 了解熱對流的意義 3. 知道熱傳播在生活科技上的應用	1. 能說出熱的對流傳播方式 2. 了解對流傳播方式，不會因液、氣體的不同，而有所不同。 3. 能舉例說明，日常生活中應用到對流概念的事物。
情意領域	4. 能了解實驗結果的意義	4. 能細心觀察液、氣體對流傳播方式的特點
技能領域	5. 注意實驗安全 6. 能操作實驗儀器的方法	5. 從實驗操作示範中了解熱的對流方式
教學研究	一、學生已經具備了測量溫度，觀察實驗，了解液體與氣體有流動的現象 二、本課程分析： （一）垂直分析： 在國小的課程部分與本次課程有關的課程中是三年級上學期的第三單元空氣和風；與對流概念有關的課程主要目標為察覺空氣流動成風，並測量風向和風力。三年級下學期的第三單元奇妙的水；與對流概念有關的課程主要目標為察覺水有蒸發、凝結、三態、流動和浮力等性質。 在國中的課程部分與本次課程有關的有八年級上學期第五章溫度與熱的第四單元熱的傳播方式，課程主要目標有熱傳播的原理與方式及熱對流的現象與影響熱對流的原因。 （二）水平分析 對流概念為五年級下學期的第三單元熱的傳播與保溫中的一個概念，在課程中與其相關的概念還有傳導概念（熱在固體的傳播方式）與輻射概念（熱在無介質的傳播方式），以及散熱與保溫。 三、教學表徵：「多媒體展示教學表徵」、	

能力指標	教學活動	時間(分)	教學資源	學習效果評量
1-3-4-4 2-3-1-1	課前準備： 一、教師準備：單槍投影機、筆記型電腦、多媒體展示教學表徵。 二、學生準備：自然與生活科技課本(康軒版第六冊) ----- 第一 節 ----- 壹、準備活動 引起動機：聯絡舊經驗	5	「多媒體展示表徵」	口頭
	貳、發展活動 (一) 九陽神功 1.說明燒杯加熱實驗讓學習者了解實驗裝置	10		口頭觀察
	1-3-5-3 2.呈現「燒杯加熱多媒體展示表徵」並概念做說明。	10	「燒杯加熱多媒體展示表徵」	口頭
	1-3-4-4 2-3-1-1 (二)九陰真經 1. 說明冷熱瓶實驗讓學習者了解實驗裝置	15		口頭觀察

能力指標	教學活動	時間(分)	教學資源	學習效果評量
	----- 第二節 ----- 貳、發展活動			
1-3-5-3	(二)九陰真經 2.呈現「冷熱瓶多媒體展示表徵」並概念做說明。	10	「冷熱瓶多媒體展示表徵」	口頭
1-3-4-4 2-3-1-1	(三) 吸星大法 1.說明密閉箱實驗讓學習者了解實驗裝置	10		口頭觀察
5-3-1-1	2.呈現「密閉箱實驗多媒體展示表徵」並概念做說明。	5	「密閉箱實驗多媒體展示表徵」	口頭
5-3-1-1	參、綜合活動 (一)問題互動 利用生活問題提問	3	「多媒體展示表徵」	口頭
1-3-4-4 5-3-1-1 6-3-2-1 7-3-0-2	(二)評鑑 利用「對流概念學習成就評量卷」進行評量	12	「對流概念學習成就評量卷」	紙筆

附錄三 自然與生活科技領域教案(控制組)

服務學校	屏東縣○○國小	教學班級	控制組
教學科目	自然與生活科技領域	教學時數	八十分鐘
教學單元	熱的傳播與保溫－對流概念		
教材來源	康軒版第六冊第三單元 熱的傳播	教學者	邱廷榮
教學研究		教學資源	
一、教材分析：從日常生活經驗中了解熱傳播方式在生活科技上的應用。 二、教學重點：藉由實驗操作觀察，以了解熱的傳播方式進而探討熱傳播方式在生活中的應用。		硬體：黑板、粉筆 軟體：康軒版第六冊教師手冊，習作 九年一貫課程網站。	
能力指標	1-3-4-4 由實驗的結果，獲得研判的論點。		
	2-3-1-1 提出問題、研商處理的策略、「學習」控制變因、觀察事象的變化並推測可能的因果關係。學習資料處理、設計表格、圖表來表示資料。學習由變量與應變量之間相應的情形、提出假設或做出合理的解釋。		
	2-3-5-1 知道熱由高溫往低溫傳播，傳播的方式有傳導、對流、輻射。傳播時會因材料、空間形狀而不同。此一知識可應用於保溫或散熱上。		
	5-3-1-1 能依據自己所理解的知識，做最佳抉擇。		
	6-3-2-1 察覺不同的辦法，常也能做出相同的結果。		
	7-3-0-2 把學習到的科學知識和技能應用於生活中。		
	單元目標	具體目標	
認知領域	1. 了解熱的傳播方式 2. 了解熱對流的意義 3. 知道熱傳播在生活科技上的應用	1. 能說出熱的對流傳播方式 2. 了解對流傳播方式，不會因液、氣體的不同，而有所不同。 3. 能舉例說明，日常生活中應用到對流概念的事物。	

情意 領域	4. 能了解實驗結果的意義	4. 能細心觀察液、氣體對流傳播方式的特點
技能 領域	5. 注意實驗安全 6. 能操作實驗儀器的方法	5. 從實驗操作示範中了解熱的對流方式
教學 研究	一、學生已經具備了測量溫度，觀察實驗，了解液體與氣體有流動的現象 二、本課程分析 (一)垂直分析 在國小的課程部分與本次課程有關的課程中是三年級上學期的第三單元空氣和風；與對流概念有關的課程主要目標為察覺空氣流動成風，並測量風向和風力。三年級下學期的第三單元奇妙的水；與對流概念有關的課程主要目標為察覺水有蒸發、凝結、三態、流動和浮力等性質。 在國中的課程部分與本次課程有關的有八年級上學期第五章溫度與熱的第四單元熱的傳播方式，課程主要目標有熱傳播的原理與方式及，熱對流的現象與影響熱對流的原因。 (二)水平分析 對流概念為五年級下學期的第三單元熱的傳播與保溫中的一個概念，在課程中與其相關的概念還有傳導概念(熱在固體的傳播方式)與輻射概念(熱在無介質的傳播方式)，以及散熱與保溫。	

能力指標	教學活動	時間(分)	教學資源	學習效果評量
	課前準備： 一、教師準備：黑板、粉筆 二、學生準備：自然與生活科技課本(康軒版第六冊)			
	----- 第一 節 -----			
	壹、準備活動			
	引起動機：聯絡舊經驗	5		
	貳、發展活動			
1-3-4-4 2-3-1-1	(一) 九陽神功	10		口頭
	1. 黑板繪圖，呈現燒杯加熱實驗讓學習者了解實驗裝置			
1-3-5-3	2.燒杯加熱實驗概念說明。	10		口頭
	(二)九陰真經			口頭
1-3-4-4 2-3-1-1	1. 黑板繪圖，呈現冷熱瓶實驗讓學習者了解實驗裝置	15		
	----- 第二 節 -----			
	(二)九陰真經			
1-3-5-3	2.冷熱瓶實驗概念說明。	10		口頭
1-3-4-4 2-3-1-1	(三) 吸星大法	10		口頭
	1.黑板繪圖，呈現密閉箱實驗讓學習者了解實驗裝置			
5-3-1-1	2.密閉箱實驗概念說明。	5		口頭
	參、綜合活動：			
5-3-1-1	(一)問題互動			
1-3-4-4	利用生活問題提問	3		口頭
5-3-1-1	(二)評鑑			
6-3-2-1 7-3-0-2	利用「對流概念學習成就評量卷」進行評量	12	「對流概念學習成就評量卷」	

附錄四 對流概念教學表徵檢核表

對流概念教學表徵檢核表

年級	五年級	學習領域	自然與生活科技領域	單 元	對流概念	
教學目標：						
1. 能說出熱的對流傳播方式						
2. 了解對流傳播方式，不會因液、氣體的不同，而有所不同。						
3. 能細心觀察液、氣體對流傳播方式的特點						
4. 從實驗操作示範中了解熱的對流方式						
5. 能舉例說明，日常生活中應用到對流概念的事物。						
項 目		最高 5		最低 1		
教學表徵內容方面		5	4	3	2	1
1、與教學主題的相關性		✓				
2、內容正確且更新		✓				
3、引發學習者動機/維持興趣			✓			
4、簡單明瞭的敘述		✓				
5、切合學習目標		✓				
6、清楚呈現課程概念		✓				
教學表徵設計方面						
7、字數多寡適中			✓			
8、橫直書的方向一致		✓				
9、字型大小合宜		✓				
10、字型色彩與背景對比合宜			✓			
11、字元間距與行距編排恰當		✓				
12、字型與版面的協調性		✓				
13、無過多干擾物(分神物)			✓			
14、色彩搭配和諧			✓			
15、畫面排列合宜		✓				
16、具吸引力		✓				
對教學表徵的建議：						
人偶動畫進入頁面後應在定點不動，以免變成分神物，降低學生學習成效。						
檢核者： 陳偉修						

對流概念教學表徵檢核表

年級	五年級	學習領域	自然與生活科技領域	單 元	對流概念
教學目標：					
1. 能說出熱的對流傳播方式					
2. 了解對流傳播方式，不會因液、氣體的不同，而有所不同。					
3. 能細心觀察液、氣體對流傳播方式的特點					
4. 從實驗操作示範中了解熱的對流方式					
5. 能舉例說明，日常生活中應用到對流概念的事物。					
項 目	最高 5			最低 1	
教學表徵內容方面	5	4	3	2	1
1、與教學主題的相關性		✓			
2、內容正確且更新	✓				
3、引發學習者動機/維持興趣	✓				
4、簡單明瞭的敘述			✓		
5、切合學習目標		✓			
6、清楚呈現課程概念	✓				
教學表徵設計方面					
7、字數多寡適中	✓				
8、橫直書的方向一致	✓				
9、字型大小合宜		✓			
10、字型色彩與背景對比合宜	✓				
11、字元間距與行距編排恰當	✓				
12、字型與版面的協調性		✓			
13、無過多干擾物(分神物)		✓			
14、色彩搭配和諧		✓			
15、畫面排列合宜	✓				
16、具吸引力	✓				
對教學表徵的建議：					
請把試管加熱，媒體教學表徵加熱時，液體流動的方向反白，會比較符合實驗時所觀察到的情形。					
檢核者：林永輝					

附錄五 「對流概念」媒體展示教學表徵

熱的傳播第二式 ---對流

主講人：邱廷榮

熱在液體中的傳播方式

你覺得液體傳熱的方式是什麼呢？

你為什麼會這樣覺得呢？

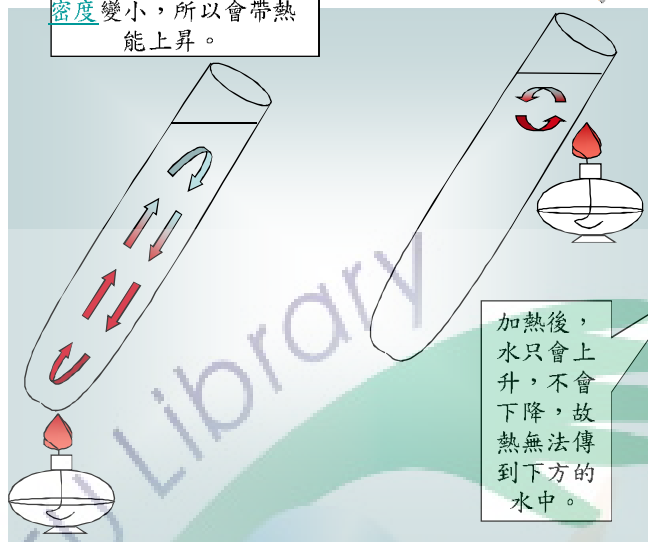
你認為要怎麼證實你的看法呢？



九陽神功



加熱後，因為體積變大，密度變小，所以會帶熱能上昇。



加熱後，水只會上升，不會下降，故熱無法傳到下方的水中。



什麼叫密度

1. 在某個面積或體積中，物體的擁擠情形。

2. 指物質每單位體積的質量。

數學式：物體密度=物體質量÷物體體積。

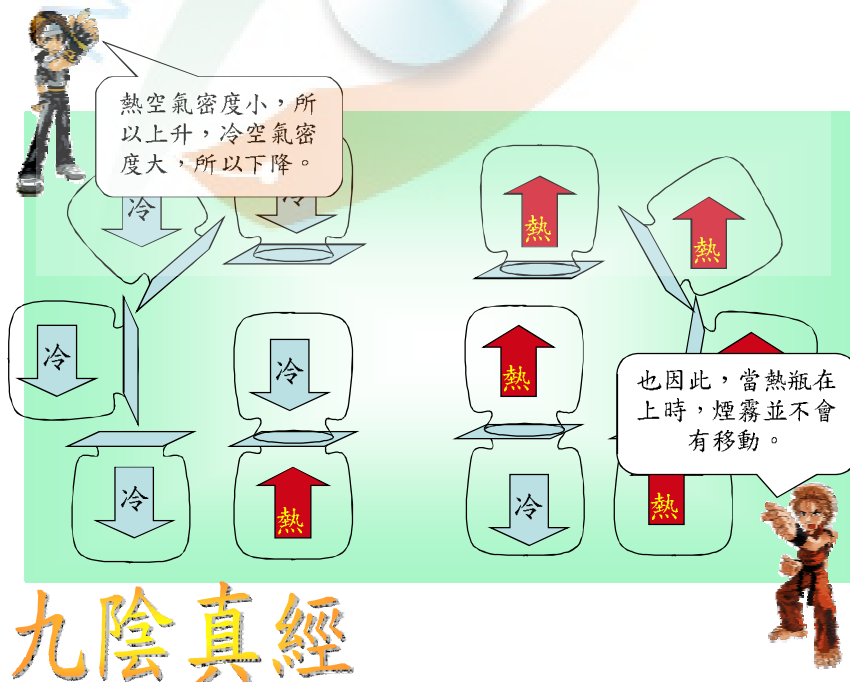


熱在氣體中的傳播方式

請你再想一想氣體傳熱的方式是什麼呢？

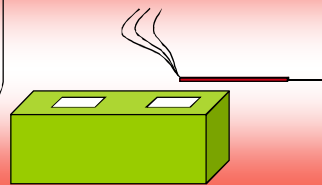
你為什麼會這樣覺得呢？

你認為要怎麼證實你的看法呢？

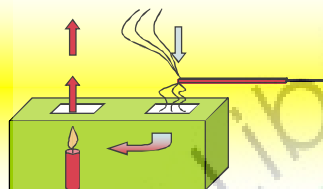




所以，在這個實驗中，
煙會隨著熱空氣上昇，
而不會進到箱中。



吸星大法



而當在箱內的另一邊點火
時，因箱內的空氣受熱而
上升，造成另外一邊的空
氣補進來，也將煙帶進箱
中。



熱對流

熱經由液體或氣體的流動而隨之傳播
的現象，叫做熱對流。

特例： 0°C 至 4°C 的水，受熱時，體積
變小，密度變大，反而下降，不合乎
對流意義。

日常生活的應用：

- 煮開水或做菜。
- 車城福安宮吸金紙的金爐。
- 房間的窗戶。



冷氣機裝在房間的上方，讓冷空氣向下降，讓室內很快涼爽。

那暖氣機要裝在那呢？

房間的下方。



夜晚時水的溫度不易下降，陸地溫度反而低於海洋，水面的暖空氣上升，風由陸地吹向海面。

風由海面吹向陸地。

那白天時，陸地溫度較高，風會怎麼流動呢？



本單元已結束了，你還有不會的嗎？

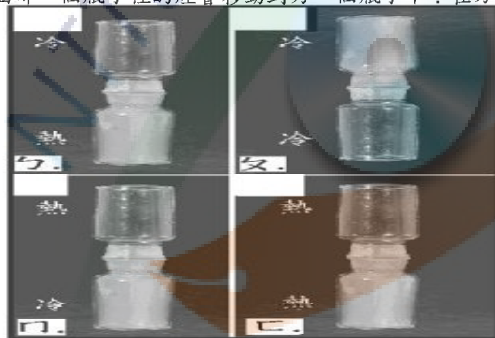
請你趕快舉手發問或是問一下會同學吧。

附錄六 對流概念學習成就評量卷(正式)

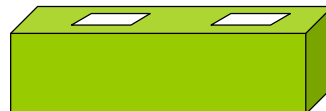
國小自然與生活科技領域學習成就評量卷

五年 班 學號 姓名

- () 在水中加入什麼調味料，可方便觀察水加熱時的傳熱現象？(1)黑胡椒 (2)沙拉油 (3)鹽 (4)醋。
- () 用酒精燈在試管的哪一個部分加熱，能最快使試管中的水全部變熱？(1)試管底部 (2)試管中間 (3)試管水面處 (4)效果全部一樣。
- () 下列哪一種物體或自然現象的傳熱方式和水一樣？(1)湯匙 (2)空氣 (3)太陽 (4)鐵板烤肉。
- () 觀察熱對流現象時，為什麼在燒杯中的水面上加入木屑？(1)幫助加熱燒杯中的水 (2)幫助觀察水中的熱對流現象 (3) 讓水溫不至於上升太快 (4)讓水不會沸騰。
- () 依照氣體傳播熱量的原理，夏天的時候，在一棟四層的大樓裡，如果沒有冷氣的話，哪一個樓層應該會是最熱的？(1)一樓 (2)二樓 (3)三樓 (4)四樓。
- () 車城的福安宮有一個會自己將金紙吸入爐內燃燒的金爐，請問會產生這種現象的原因是？(1)神明顯靈 (2)熱感應 (3)熱對流 (4)熱吸入。
- () 液體的熱對流傳熱方式，小夫用試管加水實驗，哪一個方法較不恰當？(1)在兩根試管內加入等量的水，測量溫度 (2)分別在試管的水面或底部加熱 (3)加入冰糖以方便觀察 (4)用溫度計分別測量兩根試管的水面和底部溫度。
- 請問下面哪一個瓶子裡的煙會移動到另一個瓶子中？在方格中打勾

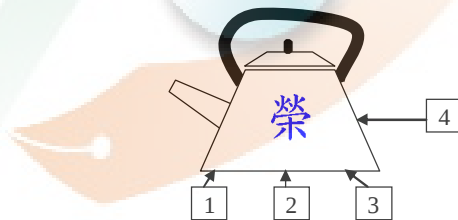


- () 小英用酒精燈加熱燒杯的底部10分鐘後，分別以溫度計測量水面和底部的溫度，她發現水面和底部的溫度都一樣，你想這是因為下列哪一個原因？(1)熱量分佈不平均 (2)酒精燈的火太大 (3)熱對流作用 (4)熱輻射作用。
- () 如右圖，將一個紙箱子的上方挖兩個洞，再將點燃的香放在其中一個洞的上方。
請問燃香的煙會往那一個方向飄？(1)往上飄 (2)往下飄 (3) 往左飄 (4) 往右飄。
- () 氣體藉著冷熱溫度不同，因而升沉，使氣體相互混合，這就是什麼現象？(1)熱的對流 (2)熱的傳導 (3)熱的輻射 (4)熱的散發。

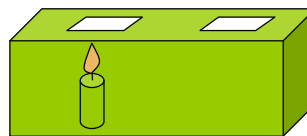


(背面還有試題)

12. () 小雄跟爺爺到廟裡燒香，看見香爐裡香煙上飄，這是什麼現象？(1)熱傳導(2)熱對流(3)熱輻射(4)熱轉換。
13. () 白天海上的空氣比陸地上冷，所以白天的風大多是 (1) 由陸地往海上吹 (2) 由地面往天上吹 (3) 由海上往陸地吹 (4) 由天上往地下吹。
14. () 當我們打開冰箱的冷凍庫時，會有白煙隨著冷空氣冒出來，想想看，這些白煙是怎樣飄動的呢？ (1)不同廠牌的冰箱會飄向不同的方向 (2)不一定會往哪邊飄 (3)向下飄 (4)向上飄。
15. () 在裝水的試管水面附近加熱一分鐘後，會有什麼結果？(1)底部溫度高(2)靠近熱源的部分溫度高(3)水溫平均(4)完全沒影響。
16. () 煮蛋花湯時，可以看到蛋花在水中如何移動？(1)從加熱的地方由上往下移動(2)從加熱的地方由下往上移動(3)沒有一定方向(4)不會移動。
17. () 在裝水試管的哪一個位置加熱，裡面的水可以最快全部變熱？(1)試管水面處(2)試管底部(3)試管中間(4)試管的任何部位都可以。
18. () 我們在利用太陽能熱水器加熱時，熱水會流入熱水儲存槽，是應用了那一種原理？(1)熱傳導(2)熱對流(3)熱輻射(4)熱轉換。
19. () 晚上海上的空氣比陸地上熱，所以晚上的風大多是 (1) 由天上往地下吹 (2) 由地面往天上吹 (3) 由海上往陸地吹 (4) 由陸地往海上吹。
20. () 依照氣體傳播熱量的原理，夏天的時候，在一棟四層的大樓裡，如果沒有冷氣的話，哪一個樓層應該會是最冷的？(1)一樓(2)二樓(3)三樓(4)四樓。
21. () 依照氣體傳播熱量的特性，暖氣機應該怎麼安裝比較好？(1)裝在那裏都可以(2)裝在天花板上(3)裝在靠近地面處(4)裝在牆壁的中間高度。
22. () 以下那一種活動主要是用到對流的原理？(1)魚在水中上下游(2)噴射機飛上天空(3)鳥類在天空飛翔(4)熱氣球升上天空。
23. () 由熱傳播的特色來判斷，在圖中的哪一個部位加熱茶壺，茶壺中的水會熱得最快？



24. () 如右圖，將一個紙箱子的上方挖兩個洞，先將一支點燃的蠟燭放在左邊的洞內，再將點燃的香放在右邊的洞的上方。
- 請問燃香的煙會往那一個方向飄？(1)往右飄(2)往上飄(3)往左飄(4)往下飄。



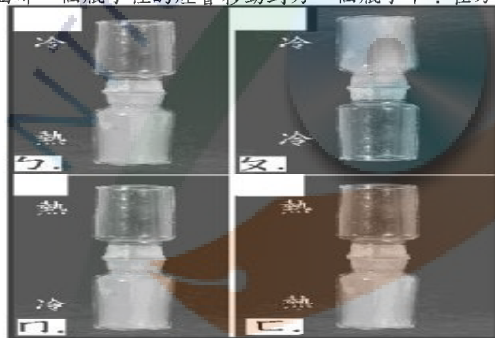
25. () 液體藉著冷熱溫度不同，因而升沉，使液體相互混合，這就是什麼？(1)熱的對流(2)熱的傳導(3)熱的輻射(4)熱的散發。

附錄七 對流概念學習成就評量卷(預試)

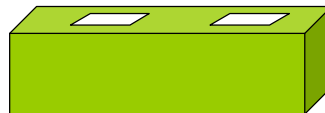
國小自然與生活科技領域學習成就評量卷

五年 班 學號 姓名

- () 在水中加入什麼調味料，可方便觀察水加熱時的傳熱現象？(1)黑胡椒 (2)沙拉油 (3)鹽 (4)醋。
- () 用酒精燈在試管的哪一個部分加熱，能最快使試管中的水全部變熱？(1)試管底部 (2)試管中間 (3)試管水面處 (4)效果全部一樣。
- () 下列哪一種物體或自然現象的傳熱方式和水一樣？(1)湯匙 (2)空氣 (3)太陽 (4)鐵板烤肉。
- () 觀察熱對流現象時，為什麼在燒杯中的水面上加入木屑？(1)幫助加熱燒杯中的水 (2)幫助觀察水中的熱對流現象 (3)讓水溫不至於上升太快 (4)讓水不會沸騰。
- () 依照氣體傳播熱量的原理，夏天的時候，在一棟四層的大樓裡，如果沒有冷氣的話，哪一個樓層應該會是最熱的？(1)一樓 (2)二樓 (3)三樓 (4)四樓。
- () 車城的福安宮有一個會自己將金紙吸入爐內燃燒的金爐，請問會產生這種現象的原因是？(1)神明顯靈 (2)熱感應 (3)熱對流 (4)熱吸入。
- () 液體的熱對流傳熱方式，小夫用試管加水實驗，哪一個方法較不恰當？(1)在兩根試管內加入等量的水，測量溫度 (2)分別在試管的水面或底部加熱 (3)加入冰糖以方便觀察 (4)用溫度計分別測量兩根試管的水面和底部溫度。
- 請問下面哪一個瓶子裡的煙會移動到另一個瓶子中？在方格中打勾

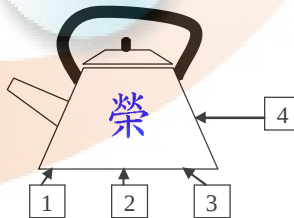


- () 小英用酒精燈加熱燒杯的底部10分鐘後，分別以溫度計測量水面和底部的溫度，她發現水面和底部的溫度都一樣，你想這是因為下列哪一個原因？(1)熱量分佈不平均 (2)酒精燈的火太大 (3)熱對流作用 (4)熱輻射作用。
- () 如右圖，將一個紙箱子的上方挖兩個洞，再將點燃的香放在其中一個洞的上方。
請問燃香的煙會往那一個方向飄？(1)往上飄 (2)往下飄 (3)往左飄 (4)往右飄。
- () 氣體藉著冷熱溫度不同，因而升沉，使氣體相互混合，這就是什麼現象？(1)熱的對流 (2)熱的傳導 (3)熱的輻射 (4)熱的散發。

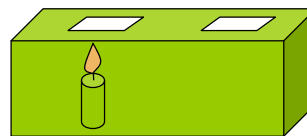


(背面還有試題)

12. () 小雄跟爺爺到廟裡燒香，看見香爐裡香煙上飄，這是什麼現象？(1)熱傳導(2)熱對流(3)熱輻射(4)熱轉換。
13. () 白天海上的空氣比陸地上冷，所以白天的風大多是(1)由陸地往海上吹(2)由地面往天上吹(3)由海上往陸地吹(4)由天上往地下吹。
14. () 當我們打開冰箱的冷凍庫時，會有白煙隨著冷空氣冒出來，想想看，這些白煙是怎樣飄動的呢？(1)不同廠牌的冰箱會飄向不同的方向(2)不一定會往哪邊飄(3)向下飄(4)向上飄。
15. () 在裝水的試管水面附近加熱一分鐘後，會有什麼結果？(1)底部溫度高(2)靠近熱源的部分溫度高(3)水溫平均(4)完全沒影響。
16. () 煮蛋花湯時，可以看到蛋花在水中如何移動？(1)從加熱的地方由上往下移動(2)從加熱的地方由下往上移動(3)沒有一定方向(4)不會移動。
17. () 在裝水試管的哪一個位置加熱，裡面的水可以最快全部變熱？(1)試管水面處(2)試管底部(3)試管中間(4)試管的任何部位都可以。
18. () 我們在利用太陽能熱水器加熱時，熱水會流入熱水儲存槽，是應用了那一種原理？(1)熱傳導(2)熱對流(3)熱輻射(4)熱轉換。
19. () 晚上海上的空氣比陸地上熱，所以晚上的風大多是(1)由天上往地下吹(2)由地面往天上吹(3)由海上往陸地吹(4)由陸地往海上吹。
20. () 依照氣體傳播熱量的原理，夏天的時候，在一棟四層的大樓裡，如果沒有冷氣的話，哪一個樓層應該會是最冷的？(1)一樓(2)二樓(3)三樓(4)四樓。
21. () 依照氣體傳播熱量的特性，暖氣機應該怎麼安裝比較好？(1)裝在那裏都可以(2)裝在天花板上(3)裝在靠近地面處(4)裝在牆壁的中間高度。
22. () 以下那一種活動主要是用到對流的原理？(1)魚在水中上下游(2)噴射機飛上天空(3)鳥類在天空飛翔(4)熱氣球升上天空。
23. () 由熱傳播的特色來判斷，在圖中的哪一個部位加熱茶壺，茶壺中的水會熱得最快？



24. () 如右圖，將一個紙箱子的上方挖兩個洞，先將一支點燃的蠟燭放在左邊的洞內，再將點燃的香放在右邊的洞的上方。
- 請問燃香的煙會往那一個方向飄？(1)往右飄(2)往上飄(3)往左飄(4)往下飄。



25. () 液體藉著冷熱溫度不同，因而升沉，使液體相互混合，這就是什麼？(1)熱的對流(2)熱的傳導(3)熱的輻射(4)熱的散發。

附錄八 對流課程學習回饋單(正式)

對流課程學習回饋單

班級：____年____班 學號：____號 姓名：_____

親愛的同學：

在上完這個單元以後，老師想知道你對這些活動的看法，以作為改進教學的參考。
現在，就請你勾選下面最適當的選項。謝謝！

說明：	非常同意	同意	沒有意見	不同意	非常不同意
①勾選「非常同意」表示你「很贊成」那種說法。					
②勾選「同意」表示你「贊成」那種說法。					
③勾選「沒有意見」表示你「不反對也不贊成」那種說法。					
④勾選「不同意」表示你「反對」那種說法。					
⑤勾選「非常不同意」表示你「非常反對」那種說法。					
《例》我會更喜歡上電腦課	☒	☐	☐	☐	☐
1. 可以更深入的瞭解所學習的內容。	☐	☐	☐	☐	☐
2. 可以增加我對學習自然科學的動機。	☐	☐	☐	☐	☐
3. 讓我學習時能夠更加專心。	☐	☐	☐	☐	☐
4. 讓我對學習自然科學更有信心。	☐	☐	☐	☐	☐
5. 我起很容易地記住上課的內容。	☐	☐	☐	☐	☐
6. 我會比以前更喜歡上自然課。	☐	☐	☐	☐	☐
7. 我可以從更多方面思考所學習的內容。	☐	☐	☐	☐	☐
8. 我會願意花更多時間在自然科學的學習上。	☐	☐	☐	☐	☐
9. 讓我在下課時間，更喜歡與老師、同學討論上課內容。	☐	☐	☐	☐	☐
10. 我覺得這種學習方式比較輕鬆。	☐	☐	☐	☐	☐
11. 我喜歡這種學習方式。	☐	☐	☐	☐	☐
12. 我對學習的內容很有信心，寫測驗時我非常把握。	☐	☐	☐	☐	☐
13. 我能學習到一些有關電腦方面的技能和知識。	☐	☐	☐	☐	☐
14. 會讓我對學習電腦資訊有興趣。	☐	☐	☐	☐	☐

	非常同意	同意	沒有意見	不同意	非常不同意
15. 我很清楚了解老師所講述的內容	☐	☐	☐	☐	☐
16. 老師的上課方式非常有趣，十分吸引我。	☐	☐	☐	☐	☐
17. 老師上課的氣氛非常輕鬆愉快。	☐	☐	☐	☐	☐
18. 能夠增加我和同學、老師之間的溝通。	☐	☐	☐	☐	☐
19. 這種上課方式會讓我「分心」，無法專心聽講。	☐	☐	☐	☐	☐
20. 老師在課堂中所舉的大部分是常見的例子	☐	☐	☐	☐	☐
21. 老師使用許多教具來說明，讓我更清楚上課的內容。	☐	☐	☐	☐	☐
22. 我很喜歡老師使用的各種教具。	☐	☐	☐	☐	☐
23. 老師比較能夠注意到我的意見，並幫助我解決問題。	☐	☐	☐	☐	☐
24. 老師上課時能配合我的生活經驗，讓我感到很親切	☐	☐	☐	☐	☐
25. 我喜歡老師的上課方式	☐	☐	☐	☐	☐
26. 我希望以後的單元自然老師都用這種上課方式	☐	☐	☐	☐	☐
27. 我喜歡老師放映的多媒體內容。	☐	☐	☐	☐	☐
28. 圖片解說和電腦動畫能讓我很快理解學習的內容。	☐	☐	☐	☐	☐
29. 文字說明簡單易懂。	☐	☐	☐	☐	☐
30. 字體大小適中。	☐	☐	☐	☐	☐
31. 字體顏色適當。	☐	☐	☐	☐	☐
32. 字體清楚明亮。	☐	☐	☐	☐	☐
33. 影像畫質清晰。	☐	☐	☐	☐	☐
34. 影像畫面大小適中。	☐	☐	☐	☐	☐
35. 圖片的色彩與構圖很漂亮。	☐	☐	☐	☐	☐
36. 背景音樂的音量很適當。	☐	☐	☐	☐	☐
37. 背景音樂十分悅耳動聽。	☐	☐	☐	☐	☐
38. 非常有趣，很吸引我的注意力。	☐	☐	☐	☐	☐
39. 讓我學習時能夠更加專心。	☐	☐	☐	☐	☐
40. 我希望以後的單元，老師都會播放多媒體動畫。	☐	☐	☐	☐	☐

附錄九 對流課程學習回饋單(預試)

對流課程學習態度問卷

班級：__年__班 學號：__號 姓名：__

親愛的同學：					
在上完這個單元以後，老師想知道你對這些活動的看法，以作為改進教學的參考。 現在，就請你勾選下面最適當的選項。謝謝！					
說明：	非常同意	同意	沒有意見	不同意	非常不同意
①勾選「非常同意」表示你「很贊成」那種說法。					
②勾選「同意」表示你「贊成」那種說法。					
③勾選「沒有意見」表示你「不反對也不贊成」那種說法。					
④勾選「不同意」表示你「反對」那種說法。					
⑤勾選「非常不同意」表示你「非常反對」那種說法。					
《例》我會更喜歡上電腦課	☒	☐	☐	☐	☐
一、學習情形					
1. 可以更深入的瞭解所學習的內容。	☐	☐	☐	☐	☐
2. 可以增加我對學習自然科學的動機。	☐	☐	☐	☐	☐
3. 讓我學習時能夠更加專心。	☐	☐	☐	☐	☐
4. 讓我對學習自然科學更有信心。	☐	☐	☐	☐	☐
5. 我起很容易地記住上課的內容。	☐	☐	☐	☐	☐
6. 我會比以前更喜歡上自然課。	☐	☐	☐	☐	☐
7. 我可以從更多方面思考所學習的內容。	☐	☐	☐	☐	☐
8. 我會願意花更多時間在自然科學的學習上。	☐	☐	☐	☐	☐
9. 讓我在下課時間，更喜歡與老師、同學討論上課內容。	☐	☐	☐	☐	☐
10. 我覺得這種學習方式比較輕鬆。	☐	☐	☐	☐	☐
11. 我喜歡這種學習方式。	☐	☐	☐	☐	☐
12. 我對學習的內容很有信心，寫測驗時我非常把握。	☐	☐	☐	☐	☐
13. 我能學習到一些有關電腦方面的技能和知識。	☐	☐	☐	☐	☐
14. 會讓我對學習電腦資訊有興趣。	☐	☐	☐	☐	☐

一、上課情形	非常同意	同意	沒有意見	不同意	非常不同意
15. 我很清楚了解老師所講述的內容	☐	☐	☐	☐	☐
16. 老師的上課方式非常有趣，十分吸引我。	☐	☐	☐	☐	☐
17. 老師上課的氣氛非常輕鬆愉快。	☐	☐	☐	☐	☐
18. 能夠增加我和同學、老師之間的溝通。	☐	☐	☐	☐	☐
19. 這種上課方式會讓我「分心」，無法專心聽講。	☐	☐	☐	☐	☐
20. 老師在課堂中所舉的大部分是常見的例子	☐	☐	☐	☐	☐
21. 老師使用許多教具來說明，讓我更清楚上課的內容。	☐	☐	☐	☐	☐
22. 我很喜歡老師使用的各種教具。	☐	☐	☐	☐	☐
23. 老師比較能夠注意到我的意見，並幫助我解決問題。	☐	☐	☐	☐	☐
24. 老師上課時能配合我的生活經驗，讓我感到很親切	☐	☐	☐	☐	☐
25. 我喜歡老師的上課方式	☐	☐	☐	☐	☐
26. 我希望以後的單元自然老師都用這種上課方式	☐	☐	☐	☐	☐
三、媒體應用					
27. 我喜歡老師放映的多媒體內容。	☐	☐	☐	☐	☐
28. 圖片解說和電腦動畫能讓我很快理解學習的內容。	☐	☐	☐	☐	☐
29. 文字說明簡單易懂。	☐	☐	☐	☐	☐
30. 字體大小適中。	☐	☐	☐	☐	☐
31. 字體顏色適當。	☐	☐	☐	☐	☐
32. 字體清楚明亮。	☐	☐	☐	☐	☐
33. 影像畫質清晰。	☐	☐	☐	☐	☐
34. 影像畫面大小適中。	☐	☐	☐	☐	☐
35. 圖片的色彩與構圖很漂亮。	☐	☐	☐	☐	☐
36. 背景音樂的音量很適當。	☐	☐	☐	☐	☐
37. 背景音樂十分悅耳動聽。	☐	☐	☐	☐	☐
38. 非常有趣，很吸引我的注意力。	☐	☐	☐	☐	☐
39. 讓我學習時能夠更加專心。	☐	☐	☐	☐	☐
40. 我希望以後的單元，老師都會播放多媒體動畫。	☐	☐	☐	☐	☐