

以「熱的傳遞」主題教學活動設計提昇 國小學童思考智能之探索性研究

洪文東*

(投稿日期：93年9月30日，接受日期：93年12月13日)

摘要

本研究依據 Treffinger 和 Isaksen(1992)所提出的創造性問題解決模式(creative problem solving, 簡稱 CPS), 依實際教學情境需要加以修正為五個階段：(1)引起動機(2)發現問題(3)產生想法(4)設計並進行實驗(5)實驗總結。依此修正之 RCPS(revised creative problem solving)五階段方式，設計以「熱的傳遞」為主題之教學活動，分成三個活動進行：「熱的進行曲」、「熔化你的心」、「我的熱在沸騰」。藉由問題的探索、小組活動、實作與討論和結果的歸納的歷程，期使 RCPS 教學有助於國小學童之思考智能的提昇。本研究在高雄市某甲國小五年級 25 位學童進行第一次實驗教學後，再於某乙國小五年級 30 位學童進行第二次實驗教學活動，兩次試教活動裡，都可從教學活動觀察學童行為表徵與教室中師生對話紀錄之資料來分析研判，並施以有關「思考智能」之測驗。研究結果顯示本研究依據 RCPS 的教學模式設計之教學活動，對於國小學童的創造思考、批判思考與解決問題能力之提昇確有成效。

關鍵詞：創造思考、批判思考、創造性問題解決、熱的傳遞、教學活動設計

*洪文東：國立屏東師範學院自然科學教育學系教授

An Exploratory Study of “ Heat Transfer ” Instructional Design and Performance Assessment on Elementary School Student Thinking Skills

Wen-Tung Hung*

Abstract

This study tried to develop “heat transfer” instructional design(abbrev. HTID)by revised creative problem solving model(abbrev. RCPS), the subject included 55 5th graders. The HTID includes three units, they are(1)heat conduction(2)heat convection(3)heat radiation. By contrastive analysis of RCPS instruction in an elementary classroom, the researcher found that the HTID can increase students’ creative thinking , critical thinking and problem-solving skills. Based on the findings of this study, the researcher proposed the HTID for nine-year-sequence curriculum in the domain of science and life technology and suggestions for future science education research.

Key words: Creative Thinking, Creative problem solving, Critical thinking, Heat transfer, Instructional design

*Wen-Tung Hung: Professor, Department of Science Education, National Ping-Tung Teachers College

壹、緒論

一、研究緣起

語云：「人為萬物之靈」，意指人類具有高等之智慧，經由內在心靈之運作，產生高層次之思考活動。換言之，人類之所以比別種生物高明，乃是由於人類會進行複雜而抽象之思考。人類處於自然界中為了適應所處的環境，並解決生活所遭遇的問題，必會運用其心智，試圖去思考問題解決之策略，經由問題之解決歷程，其結果促成知識之獲得與成長。

教育的目的主要在培養學生如何運用知識，去思考問題與解決問題；孔子說過：「學而不思則罔，思而不學則殆。」即在強調學習與思考必須並重，才能提高學習成效。學生若能於學習的過程中，運用適切的思考方式，發揮高度的「思考智能」，必能提昇其「科學素養」，進而達成九年一貫課程「自然與生活科技」領域的學習目標。有鑑於此，本研究將針對培養國民科學素養所需之「思考智能」，以「熱的傳遞」為主題進行教學活動設計，並觀察評估學生在活動中有關創造思考、批判思考與解決問題等思考智能之表現。其研究結果期能提供國民小學教師改進教材教法參考，並能促進國小學童獨立思考與解決問題等基本能力之培養。

二、研究目的與範圍

基於上述研究動機，本研究認為思考乃解決問題的心理活動歷程 (Dewey, 1933)，教育的目的即在培養學生如何運用知識思考與解決問題，因而學習與思考必須並用，才能提升科學課程學習成效。學生若在學習過程中，運用適切的思考方式，發揮思考智能，必能增進科學素養，進而達成科學教育主要之目標。

在此理念下，本研究的目的與範圍說明如下：

(一) 研究目的

1. 設計一套能激發國小學童「思考智能」之教學活動，以增進學

- 童創造思考、批判思考與解決問題之能力。
- 2.設計一套評測國小學童「思考智能」之評測工具，用以評估教學成效。
 - 3.根據學童在教學活動中表現，詮釋九年一貫自然與生活科技學習領域第三階段之思考智能能力指標，並依達成程度，列出學童所表現的具體之「行為表徵」。
 - 4.設計以「熱的傳遞」為主題之 RCPS 教學活動，並進行試教與評測，以作為國小教師教學輔助教材，或其他科學研習活動之參考。

(二) 研究範圍與限制

本研究僅針對九年一貫「自然與生活科技」課程中第三(五、六年級)學習階段，以「熱的傳遞」為主題進行 RCPS 教學活動設計，並選擇高雄市某甲國小五年級 25 位學童及某乙國民小學五年級 30 位學童進行實驗教學與評測，從中提出適切可行之思考智能教學活動設計，希望藉此培養國小高年級學童的創造思考、批判思考與解決問題之思考智能。

近年來一些心理學研究證實「思考智能」確可經由適切的教學活動設計加以促進(De Bono, 1992 ; Marzano, et al.1988 ; Yager,1992 ; 1996 ; 張玉成, 1993)。然而，思考智能之提升並非短時間內所能明顯促進，本研究屬探索性研究(exploratory study)，限於研究人力與物力，研究者僅以本研究主題之三個活動共六節課時間，進行實驗教學，並評測此一之教學活動設計之成效。

貳、文獻探討

一、思考智能

晚近，由於認知心理學的興起，「思考」重新成為心理學研究的主題(Aylwin,1985 ; Beyer,1988 ; Bereiter & Scardamalia,1985 ; de Bono,1992 ; Ennis,1987)。美國著名哲學家與教育家 Dewey(1933)在其名著「思維術」(How we think)一書中，列出思考五步驟，強調思考乃

是解決問題的心理活動歷程，思考之產生乃由於困惑與疑難的情境。心理學家 Wertheimer (1945)則強調思考乃個人認知場地(Cognitive field)重新組織的歷程，此種認知場重組歷程，也就是解決問題的歷程。而 Guilford (1967)則強調思考為一種能力，在智力結構模式中，依思考的內容(Content)，思考的運作(Operation)及思考的結果(Product)三個向度將人類的心智能力分成 120 種能力。

由認知歷程而言，思考以知覺為第一步驟，並以資訊、知識經驗為基本原料，它是一種目標導向的活動並以智力為動力，並綜合知識經驗、心理態度和認知性作用等要素共同合作的表現(張玉成，1993)。思考既具有個體內在認知運作的歷程性，亦具有外在行為的表現性，對個體而言也是一種整體能力表現。人類的思考乃認知的作用，思考特性與個體生長與認知發展的特性諸如：程序性或階段性、連續性、個別性等息息相關。

思考是一種目標導向的活動，當事者在不同的情境中思考時會有不同的取向方式(Beyer,1988；Debono,1992；Devine,1981；Marzano, et al.1988；林清山譯，2001；張玉成，1993；2002)。教育心理學者一向強調「學習如何去學」(Learn how to learn)比「學到些東西」更為重要，所謂「如何去學」，也就是要學生學習遭遇困境時如何去思考。換言之，思考可以說是運用已有的知識去解決問題。可見知識對思考的重要性，知識結構的改變，可影響個體做不同形式的思考(許榮富，1992)。

現今九年一貫的課程將思考智能再分為創造思考、批判思考、推論思考、綜合思考以及解決問題五項，強調課程與教學中融入思考智能培養的重要性。有鑑於此，本研究依據九年一貫課程綱要(教育部，2003)，針對高年級所應習得之「創造思考」、「批判思考」與「解決問題」三項思考智能進行探討。

(一)創造思考

自 Guilford(1950)提出創造心理學後，將創造力視為資賦裏一種可鑑別的能力，Torrance (1980) 開發成功創造力評量工具後，創造力即

自智力中加以區分出來。Shymansky (1981)研究發現以活動為中心的課程，有助於學生創造力的激發，並認為創造力是可以培養的。創造思考是人類心智能力之一，屬於高層次認知歷程。創造思考運作過程中，首需保持新奇、求變、冒險、探究精神，並表現出敏覺、流暢、變通、獨創和精進等特性(張玉成，1993)。

創造力在不同的知識領域中，會發展出不同領域的創造力，而科學創造力即是在既有的科學知識基礎上發揮出來。換言之，由於每個人之科學知識之涵養基礎不同，再加上個人之思考特性之不同，而在科學創造力層次上就有個別差異性(洪文東，1997)。科學是一套有組織，有系統的知識體系，它是人類探索自然的心智結晶，也是人類文明進展的智慧工具；而在科學發展的進程中，科學創造力更佔有關鍵性地位。科學在人類求知活動中可由其思考方式加以表徵，尤其是科學家之心智活動，說明了人類對自然現象之好奇心與求知慾。由於其好奇心、信念、及價值觀之驅使，促使他們能夠經由想像、推理、去思考問題與解決問題。此種工作，由哲學與認知心理學觀點觀之，即是一種創造性活動，因為他們已在心靈中建構出一套觀念去合理的解釋自然現象 (Collette & Chiappetta,1994)。

本研究即針對文獻及九年一貫課程綱要，對於國小高年級學童所應培養「創造思考」智能之有關陳述內容，從定義、形成條件、詮釋說明及舉例四個方面加以說明如下：

- 1.定義：能夠產生具有價值的新主意、或領悟出新的理論的心智活動。
- 2.形成要件：創造是對個人而言，是個人獨立想出的好主意。創造思考經常發生在不同的場合，以「意料之外」的方式呈現，其規模有大、有小，呈現有顯、有隱，創造成分有多、有少。而重要的是，要在有利於創造思考的情境下才能發生。
- 3.能力指標之原始條文與本研究重新解讀之詮釋說明及例子，整理如表一、表二與表三：

表一 創造思考指標(6-3-2-1)之詮釋說明

指標敘述	6-3-2-1 察覺不同的辦法，常也能做出相同的結果。
詮釋說明	發現面對同一問題時，自己能聯想、激盪出二種以上的思考方式，並能接受這些多樣式想法，而這些驗證與推論方法在面對解決問題時，都能獲致相當的解決目標。
舉例	<p>活動名稱：熱的產生</p> <p>活動目標：1、面對熱能產生的問題，能想出或能運用至少一種是老師所述的解決方法。 2、面對熱能產生的問題，能聯想出其他的思考方式，想要進行實際解決行動。 3、自己聯想出的方式，有時可以產生熱能。 4、自己聯想出的方式，經常能獲致問題解決的相同目標。</p> <p>說明： 老師教導物體加熱溫度會升高而釋放出熱能，像水加熱時在水面上方會有熱氣產生後，學生能再想出其他例子，如衣服拿到陽光下曝曬後，因受陽光影響而使衣服溫度升高；或者再想出雙手摩擦也能產生熱等其他方式。</p>

表二 創造思考指標(6-3-2-2)之詮釋說明

指標敘述	6-3-2-2 相信自己常能想出好主意來完成一件事。
詮釋說明	有信心自己能在面對問題時，能獨自設計、規劃與構想出問題解決的過程技巧，藉由構思的計畫來按部就班、循序漸進進行以完成、解決一件事務。
舉例	<p>活動名稱：留住無形的能源</p> <p>活動目標：1、有信心自己能設計出一個保溫的過程方法。 2、能獨自設計、規劃與構想出如何進行保溫過程技巧。 3、藉由構思的想法，按部就班，循序漸進的設計出整個活動過程。 4、藉由構思的計畫，按部就班，循序漸進的進行，並完成收集熱能的活動。</p> <p>說明： 老師請學生設計一個能保溫的活動。學生知道平時穿黑色衣服最容易吸收陽光的熱，或者知道不同材質具有不同保溫功效，例如可以用沙來炒花生、栗子，是因為沙的比熱低具有較佳的保溫效果，會使溫度維持一定而不易馬上降溫，有些金屬例如銀的保溫也是較佳，所以很多保溫瓶、溫度計是以銀為材質的。</p>

表三 創造思考指標(6-3-2-3)之詮釋說明

指標敘述	6-3-2-3 面對問題時，能做多方思考，提出解決方法。
詮釋說明	當獨自面臨疑惑時，能儘可能多方面思索問題癥結所在，並能針對問題提出問題解決的思考方式並將此思考歷程解由過程技能的呈現，提出能落實解決此疑惑的過程方法、步驟。
舉例	<p>活動名稱：能源的重要性</p> <p>活動目標：1、獨自面臨疑惑或難題時(能源缺乏時，要如何產生能源?)，會多方面思索問題的癥結(能的來源)。</p> <p>2、能針對問題癥結，提出解決(產生能源)的思考方式。</p> <p>3、能將自己對問題解決的思考方式，組織成有系統的過程技能。</p> <p>4、能將自己思考出對問題解決的過程技能，提出落實此疑惑的過程方法及步驟。</p> <p>說明：</p> <p>一、今天，如果我們生活在一個沒有核能、瓦斯等供應熱能與能源的社會，我們要如何利用大自然的物產來得到「能源」呢？</p> <p>二、老師提問生活中會什麼會有能源？學生會思考能源的來源主要是來自核能、天然氣、煤、太陽、水力等，那這些是如何產生能？太陽因本身是一發光體，可利用白日製作太陽能光板以收集其熱能，河流或瀑布的水乃因高度差異(位能)而產生能量，可在下游處製作一發電器將產生能收集起來或將能發送至遠方，而天然氣與煤是從地底下挖掘，其產生的能源是供應我們大部分生活所需。能源產生方式有很多種，它能帶給我們生活便利，但給會有枯竭一天，唯有善加利用能源，節約能源，方能使自然環境永續保存。</p>

本研究僅針對國小高年級學習階段，以「熱的傳遞方式」單元為主題進行思考智能教學活動設計，希望國小學童能察覺自己對熱的傳遞方式有不同的想法，並能在面對問題時多方面思考提出解決問題的方法，並將自己的構想以動手實作完成一些作品，從活動中激發學童科學創造力。

(二) 解決問題

從認知心理學觀點來看，解決問題本質上是高層次的認知活動，一個問題的存在，乃由於我們所面臨的目前狀態與所想達成的狀態存有差異，而解決問題就是設法將此差異去除(Anderson,1990；林清山，2001；鄭麗玉，1993)。Dewey(1933)邏輯分析了思考的心理活動歷程，引出如下五個步驟：1.遭遇困難 2.界定困難所在 3.建議問題的解答—

提出假設 4.演繹推理出解答之結論 5.驗證假設。解決問題既是思考的心理活動歷程，顯然的 Dewey 之五步驟觀點，是最有系統的解決問題方法，Wallas(1926)分析解決問題時個人思考的步驟有四：準備 (preparation) 蘊釀 (Incubaton) 豁朗 (Illumination) 驗證 (Verification)，可說是最早由內省法(Introspection)分析解決問題的步驟(Mayer,1992)。

近年來一些問題解決之研究者，強調「創造思考」是解決問題的關鍵(Higgins,1994)。Treffinger 與 Isaksen(1992)認為解決問題不只是推理思考，也必須並用創造思考與批判思考。

本文即針對文獻及九年一貫課程綱要，對於國小高年級學童所應培養之「解決問題」思考智能的有關陳述內容，依定義、形成條件、詮釋說明及舉例四個面向，加以說明如下：

- 1.定義：設法去除目前狀態與所想達成的狀態之間差異心智活動。
- 2.形成要件：當遭遇問題、處理問題時能夠不假手或仰賴他人而確實的面對問題、確定問題性質、研擬策略、計畫流程，並有力行的習慣和能力。
- 3.能力指標之原始條文與本研究重新解讀之詮釋說明及舉例，整理如表四與表五：

表四 解決問題能力指標(6-3-3-1)之詮釋說明

指標敘述	6-3-3-1 能規劃、組織探討活動
詮釋說明	能清楚界定目標後，了解各項完成目標之影響因素後，設計出達成目標之各項流程、步驟的計畫，並評估活動計畫之優缺點。
舉例	<p>活動名稱： 熔化你的心(熱的輻射)</p> <p>活動目標：1、能清楚了解題目。 2、了解各項完成目標之影響因素。 3、設計出達成目標之各項流程、步驟的計畫。 4、評估活動計畫之優缺點。 5、能修正活動。</p> <p>說明： 學生能清楚瞭解此活動的目的在，及明瞭影響溶化的因素有：距離遠近、燈泡差異、實驗中溫度的影響等；再考慮各項影響因素後依據欲達成目標設計出各項流程、步驟的計畫，而學生能夠評估自己設計的實驗活動計畫之優缺點，最後能依自己或參考別人所設計的實驗的優缺點去修正自己的實驗。</p>

表五 解決問題能力指標(6-3-3-2)之詮釋說明

指標敘述	6-3-3-2 體會在執行的環節中，有許多關鍵性的因素需要考量
詮釋說明	能清楚界定目標後，了解各項完成目標之影響因素後，設計出達成目標之各項流程、步驟的計畫，並評估活動計畫之優缺點。在執行計畫活動後，能夠從中反思影響計畫執行的各項因素。
舉例	<p>活動名稱：熱的進行曲(熱的傳導)</p> <p>活動目標：1、能清楚了解執行達成之目標的計畫中，工作成果表現的好壞。 2、了解原先計畫之優缺點及影響的重要因素。 3、能提出修正原計畫的方案。</p> <p>說明： 學生能清楚了解在執行達成之目標的實驗計畫中，各組工作成果表現的各自有所差異，可能有的組做的效果明顯，有的組做的效果不明顯，在比較實驗設計的區別和實驗結果的好壞後，提出實驗設計的優缺點，以了解原先計畫之優缺點及影響結果的重要因素，最後能依據實驗設計的優缺點去修正原先設計較不好的活動計畫。</p>

本研究僅針對國小五年級學童，以「熱的傳遞方式」單元為主題，進行有關思考智能教學活動設計，希望學童能在學習過程中規劃、組織，並體會出有許多關鍵性的因素需要考量，並能在小組活動中，合作完成一件事物，從活動中培養學童解決問題之能力。

(三) 批判思考

批判思考是個人對事物關係和價值從事判斷的歷程，屬於高層認知能力之一(張玉成，2002)。Russell 認為批判思考是依據客觀證據檢視資料，依憑規範、常模或標準去比較事物或言論內容，從而提出總結的能力(Allen & Rott,1969)。Beyer(1988)指出批判思考並非消極的批評或挑毛病，本質上，它具有評鑑功能：即針對主張訴求、資訊來源或信仰信念等，從事準確、持續和客觀的分析，從而判斷其精確性、妥當性或價值性。

饒見維(1994)的知識場論中也提到了批判思考是一種「經驗本位」的思考活動，而主要的依據是「模糊邏輯」，並且帶有非常強的「主觀性」。由於「批判」帶有十分主觀的味道，所以，在科學的創造過程中批判現有的理論也容易引起爭論。但是，唯有具豐富的知識，對

前人的智慧結晶瞭解的十分透徹，並以大膽的批判作為切入之點，看出其中矛盾、不足之處，重新的界定問題、前提、變項，如此才能有更好的創新出現。批判的頭腦、懷疑的精神，是學習科學所必須具備的基本能力！

研究者即針對關文獻及九年一貫課程綱要，對於國小高年級學童所應培養「批判思考」智能之有關內容，從定義、形成條件、詮釋說明及舉例幾個面向，加以說明如下：

1. 定義：遭遇某種情境時，理性的思索決定相信與否，或將此情境和自己的經驗做評比的心智活動。
2. 形成要件：對於該事象很關心，具有可信賴的的經驗或理想藍圖的想像，有所瞭解並能詮釋，具有比較異同的敏感度，具有洞察組織結構的能力，評比及權衡價值，表達評比結果或建議。
3. 能力指標之原始條文與本研究重新解讀之詮釋說明及舉例整理如表六：

表六 批判思考指標(6-3-1-1)之詮釋說明

指標敘述	6-3-1-1 對他人的資訊或報告提出合理的求證和質疑。
詮釋說明	對於報章雜誌的報導、研究假設等能夠產生合理的質疑，並能提出大膽的假設，透過媒體、圖書、實驗..等方式求證是否屬實。
	活動名稱：愛斯基摩人的冰屋
	活動目標：
舉例	<ol style="list-style-type: none"> 1.打破『冰』一定是冷的想法。 2.學生能思考愛斯基摩人在冰雪地裡利用冰塊製作冰屋的原理，而提出合理的假設。 3.瞭解冰的特性。
	說明：
	利用愛斯基摩人住在冰屋裡面的事實描述先引起學生好奇的動機，再告訴學生愛斯基摩人的冰屋完全是冰塊打造的，誘發學生思考為何愛斯基摩人可以居住在冰冷的冰塊所打造的冰屋裡？告知學生冰屋可以禦寒，讓學生去蒐集資料提出假設，並作實驗或推論證明。

本研究僅針對國小五年級學童，以「熱的傳遞方式」單元為主題進行思考智能教學活動設計，希望學童能在科學學習過程中能對他人

的資訊或報告提出合理的求證和質疑，從科學活動中培養學童批判思考之能力。

二、創造性問題解決教學模式

九年一貫課程強調「獨立思考與解決問題能力」之基本能力培養，從認知心理學觀之，解決問題本質上是高層次之認知活動，從「問題的發現」至「問題的解決」，其中涉及很多思考的作用(Anderson,1990;鄭麗玉,1993;洪文東,2001)。因此教學活動中藉由問題引發學童思考，並能運用各種可能方法，逐步漸進地尋求問題之答案，確是一種可行的方式。

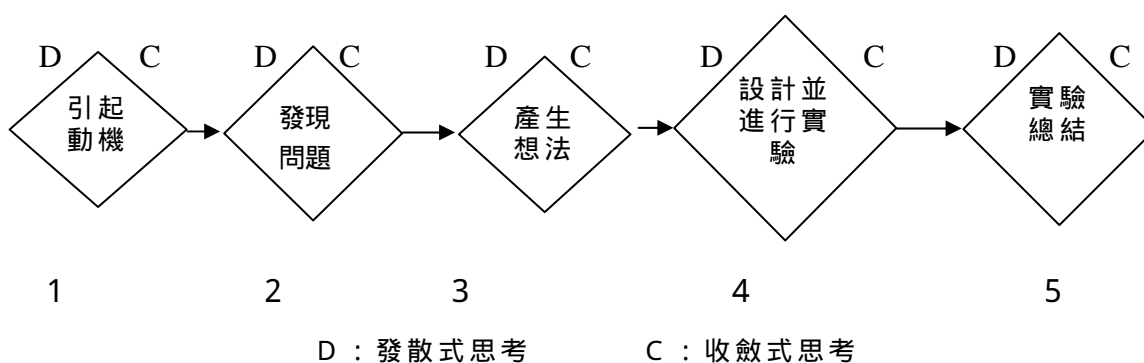
Osborn(1953)在探索個體的創造力與想像力時，曾提出創造性問題解決(creative problem solving, 簡稱 CPS)策略，用以提升個體之創造力。Parnes(1967)進一步從「創造」的觀點，發展出 CPS 教學策略，強調個體在面對問題情境時，應盡量想出各種可能的方法，並認為可以經由問題解決之歷程培養創造力。Torrance(1986)以後設分析比較 1972 年 142 篇研究與 1983 年 166 篇研究有關創造思考教學策略，發現其中以 CPS 教學策略成功率最高，在 1972 年有 90% 以上，而 1983 年也有 88% 成功率。

Terffinger 和 Isaksen(1992)相當重視問題解決歷程中「發散式思考」(divergent thinking)與「收斂式思考」(convergent thinking)的交互運用，因而修正 Parnes 的 CPS 流程，並延伸成六個步驟：1.發現困難(mess-finding)、2.尋求資料(data-finding)、3.確認問題(problem-finding)、4.尋求構想(idea-finding)、5.尋求解答(solution-finding)、6.尋求接納(acceptance-finding)。每個步驟中均強調個體主要之思考方式取向是「發散式」思考與「收斂式」思考，能夠掌握此二種思考方式取向之運作原則，就可以抓住 CPS 的基本精神。

Wheatley(1991)亦從建構論的觀點，強調以問題為中心(problem-centered)的學習，主張在問題解決之教學歷程中，教師應鼓勵學生運用各種思考方式去尋求問題解決方案，經由小組活動面對問題，討論出各種不同意見或想法，再分享各種不同的想法，並且進一

步加以選擇，最後終能歸納出最好之解答。從探討的過程中，學生將能夠建構出有意義的科學知識。

根據 Torrance(1988)之後設分析肯定 CPS 教學模式，研究者認為 CPS 教學模式應可適用於本研究，由問題解決歷程培養學生科學思考智能。本研究為因應實際教學時間之限制與實施之可行性，研究者進一步根據 Wheatley 所提倡的問題中心學習理論，並把握上述 CPS 的精神，採用修正的創造性問題解決(revised CPS, 簡稱 RCPS)教學模式，如圖一(洪文東，2000、2001)。由於原 CPS 有六個步驟教學時間較長，而目前國小每節課堂教學時間僅四十分鐘，故而採用 RCPS 模式以五個步驟進行，較能配合實際教學時間。



圖一：RCPS 教學模式

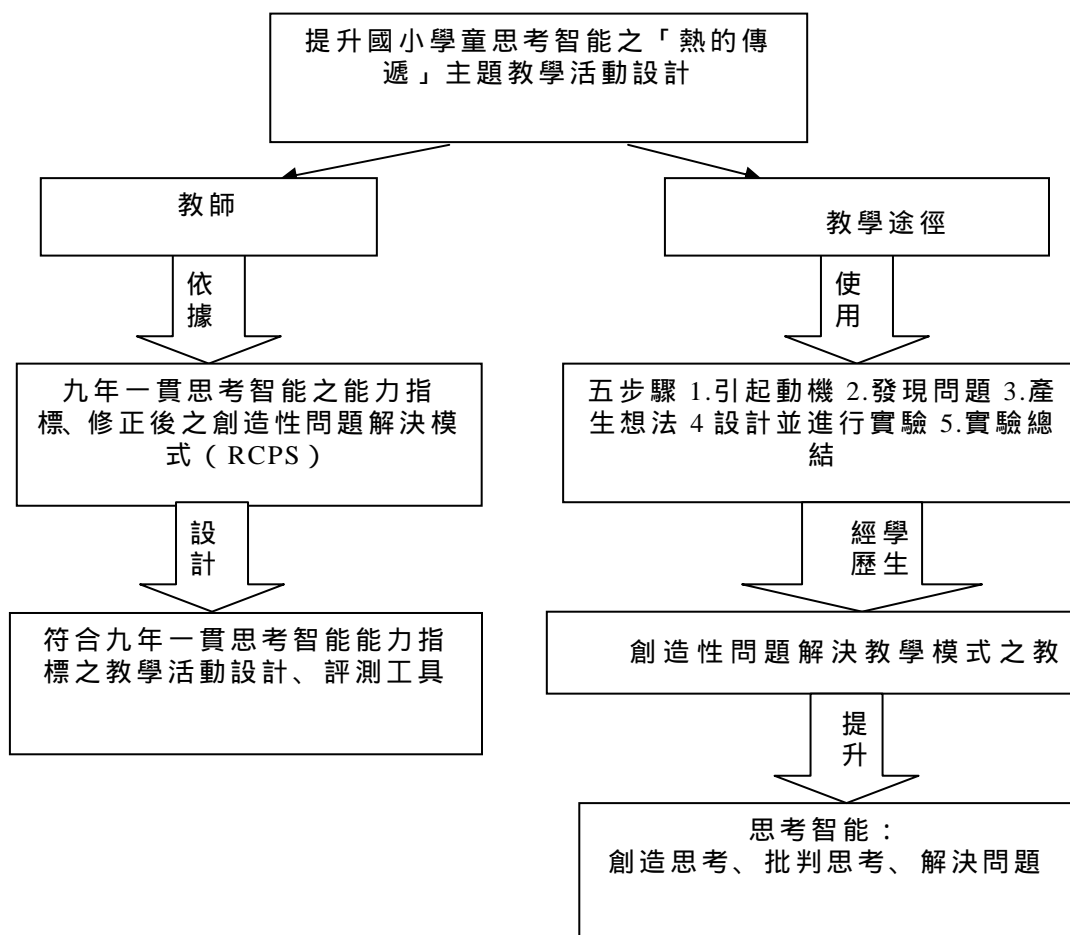
本研究即根據圖一之模式，選定「熱的傳遞方式」單元為主題，進行思考智能教學活動設計，期能藉由 RCPS 教學活動，從中培養國小學童創造思考、批判思考與解決問題之思考智能。

參、研究設計理念

一、教學活動設計

本研究旨在研發一套「自然與生活科技」學習領域中以「熱的傳遞」為主題之教學活動，用以提昇國小學童科學素養中之「思考智能」。藉由教材分析、文獻探討，設計統整主題式教學活動方案，經由實驗教學，進行教室觀察分組活動中學童行為表現與思考反應，並分析教

室中師生對話記錄，從中進行質性與量化的評估，進而提出適切可行之教學活動設計，設計有關「熱的傳遞」方式：傳導、對流、輻射，依序分三個活動名稱：「熱的進行曲」、「我的熱在沸騰」、「熔化你的心」進行教學實驗。本研究進行教學活動設計之理念架構如圖二：



圖二：國小高年級「熱的傳遞」主題教學活動設計理念架構

二、「思考智能」評量架構

本研究針對「熱的傳遞」主題內容，分別依據表七之「思考智能評量架構」設計出適合國小高年級第三階段之「思考智能」評測工具，並送請五位專家就評測工具設計內容與思考智能評量架構進行審查，再經研究小組討論修訂完成定稿，以增加工具之內容效度。評量架構說明如下：

表七 九年一貫國小階段「思考智能」評量架構

思考智能	評量細目	評測項目說明	參考依據
創造思考	流暢性	作答反應的次數，每項 1 分	Williams(1980) 創造力評分標準
	變通性	反應的類別數，每項 1 分	
	獨創性	反應出現率，2 % 以下 2 分，2 % ~5 % 1 分，5 % 以上 0 分	
解決問題	擴散性	寫出各種想法	Parnes(1967)問題解決之評分表
	收斂性	選擇重要想法	
批判思考	分析性	分辨成分的品質	饒見維(1994)觀點
	整合性	衡量主張或事物的整體價值	

三、「思考智能」評測工具設計

(一)主旨：本評測工具設計是以「熱的傳遞」主題之概念內容知識為基礎，用以評量學生在接受本研究設計之主題教學活動後，其創造思考、批判思考和問題解決三種思考智能的表現。

(二)適用對象：國小五年級學童

(三)主題活動：設計問題情境，讓小朋友運用思考智能，了解問題情境中的困難所在，寫出如何運用大自然或生活週遭的一些熱的傳遞方式，想出可能的解決方法，並分析評鑑其優缺點。

(四)時間：40 分鐘內需完成。

(五)評量內容：

1. 試題內容

<<題目一、創造思考>>

據說，很久以前有一個名叫王祥的孝子，曾經為了治母親的重病，在一個寒冷的冬天，跑到冰湖上脫光上衣，用身體溫度慢慢融化湖上的那層冰，然後才捉魚煮給母親吃。

聰明的小朋友，如果你是王祥，有沒有一些與眾不同的方法可以融化那一層厚厚的冰呢？趕緊想想法子吧！

請把你想到所有可能答案寫出來或畫出來。

<<題目二、問題解決>>

機車上的排汽管，從外表並無法看出它的溫度有多高，如果你是

名偵探柯南的話，請問你有哪些方法可以知道它到底燙不燙？

(1)請你把你所想到的答案寫出來或畫出來。(2)你認為哪一種方法最好呢？為什麼呢？

<<題目三、批判思考>>

過年時全家大團圓，這時大雄忽然提議要烤肉，但是家裡沒有烤肉的工具，於是媽媽就到外面去買爐具，但是烤肉可以使用木碳和烤肉爐，或利用電烤箱插電來烤，你認為烤肉爐與電烤箱那個比較好，厲害的你，幫幫大雄的媽媽做個選擇吧！(1)先分析一下，這些工具各有什麼缺點，把它們寫出來吧！(2)那麼如果你是大雄的媽媽，你覺得那一個工具最好(把它的優點或原因寫出來)，或者是你有沒有什麼其他更好的方法呢？把它寫出來！

2.評分表

根據情境測驗中學生實際之作答反應所陳述之資料，依據表八之測驗評分表，評量學童思考智能之表現。

表八 思考智能測驗評分表

題目	項目	評測面向	評測內容說明	評分
題目一	創造思考	流暢性	測驗中寫出方法或圖形的「數目」	前測
				後測
		變通性	測驗中寫出方法或圖形的「類別數」	前測
				後測
		獨創性	測驗中寫出方法(或圖形),在全體受試者出現次數 2% 以下 2 分, 2% ~5% 1 分, 5% 以上 0 分	前測
				後測
合計				前測分數
				後測分數

(1)創造思考

由流暢性、適切性、獨創性三個面向來評測「創造思考」之表現。

題目	項目	評測面向	評測內容說明	評分
題目二	解決問題	擴散性	測驗中寫出解決問題的方法或圖形的「數量」	前測
				後測
	收斂性	測驗中選擇最適合的方法並寫出原因	前測	
			後測	
合計			前測分數	
			後測分數	

(2) 解決問題

由擴散式思考與收斂式思考兩個面向來評測「解決問題」之表現。

題目	項目	評測面向	評測內容說明	評分
題目三	批判	分析性	寫出或畫出缺點	前測
				後測
	思考	整合性	寫出或畫出所作選擇的理由或原因	前測
				後測
合計			前測分數	
			後測分數	

(3) 批判思考

由對問題思考的分析性與整合性來評斷「批判思考」之表現

(4) 思考智能總分(創造思考 + 解決問題 + 批判思考)

前測：

後測：

肆、研究方法與進行步驟

本研究旨在經由研發一套「自然與生活科技」學習領域中有關「熱的傳遞」之主題統整式教學活動設計，藉以提昇國小高年級學童科學素養中之「思考智能」。並配合自行開發之思考智能評測工具，了解學童創造思考、批判思考與解決問題能力表現，進行「準實驗研究法」之實驗教學處理，採用「單組前、後測」方式，比較實驗教學處理效果，經由質性描述、量化統計，並加以分析研判，期能從中提出適切可行之「熱的傳遞」主題教學活動設計，以及有效之國小學童思考智能評測工具。

一、研究樣本

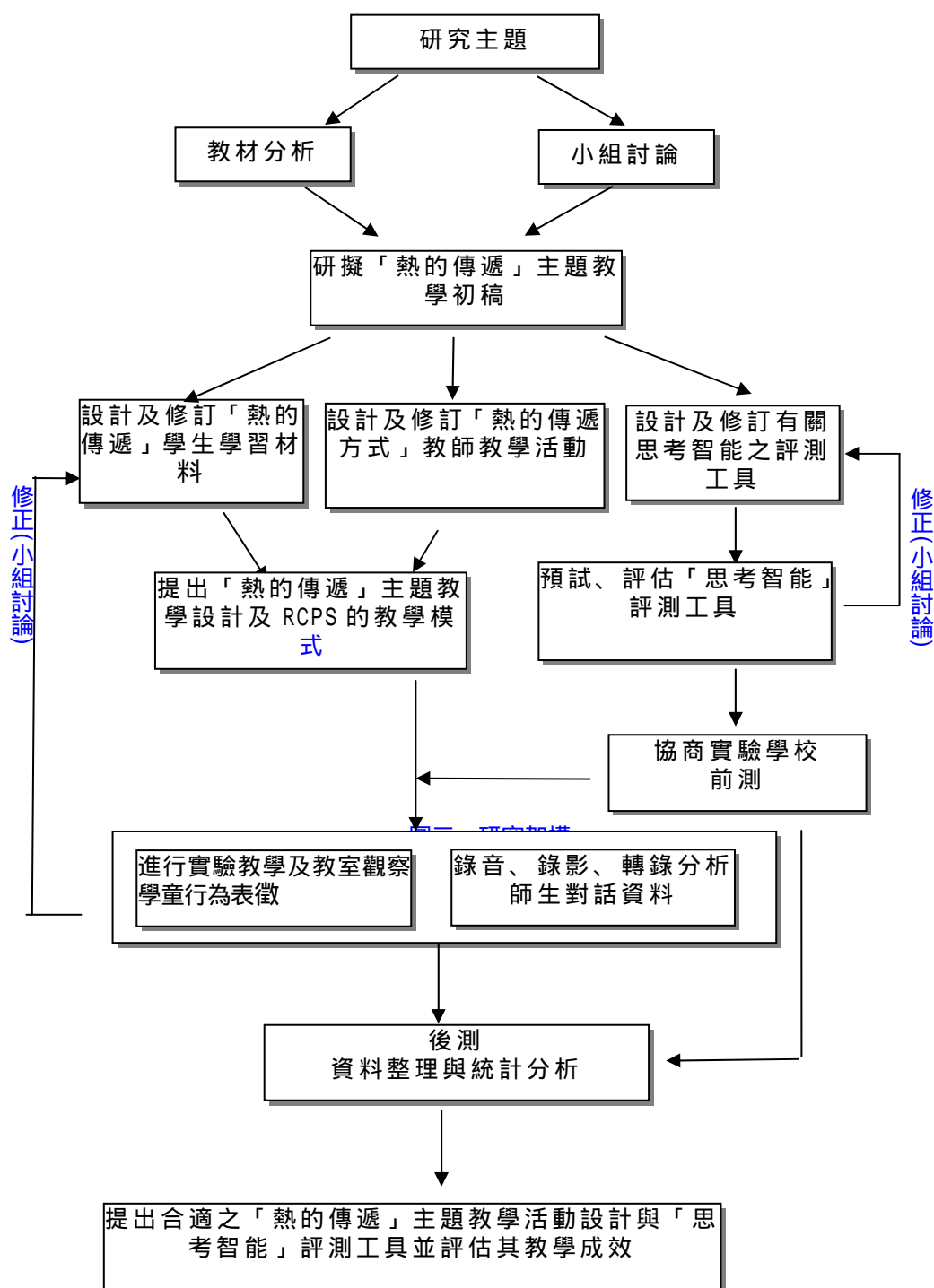
本研究採立意取樣以高雄市某甲國小五年級 25 名學童及某乙國小五年級 30 名學童作為研究對象，參與實驗教學之老師同為本研究小組人員，均能了解本研究設計之理念、研究之目的與方法。

二、研究工具

本研究採實作評量方式，自行開發有關「熱的傳遞」主題內容之思考智能評測工具(設計如前節)，並將開發之評測工具送請五位專家評審，根據意見修正，然後由研究小組討論定稿，以增加研究工具之內容效度。另外由於工具本身採開放式問題設計，故在信度的估計上，採評分者信度考驗評分者的一致性。

三、研究步驟

本研究為一探索性研究(Exploratory Study)，旨在探討以 RCPS 之教學模式設計「熱的傳遞」主題教學活動，其提昇國小學童思考智能之可行性與成效。據此，本研究擬訂研究架構如圖三所示：



圖三 研究架構圖

依據圖三之研究架構，進一步說明本研究實際進行之步驟如下：

- (一)依九年一貫「自然與生活科技」學習領域進行教材分析，設計以「熱的傳遞」單元為主題之教學活動與學習單初稿。
- (二)研究小組設計國小學童「思考智能」評測工具。
- (三)研究小組設計「熱的傳遞」主題教學活動，進行教學活動設計之預試、評估，經由小組討論修正，並請專家審查修訂後定稿。
- (四)研究小組討論修正國小學童「思考智能」評測工具，並送專家審查修訂研究工具後定稿。
- (五)協商高雄市某甲國小為實驗學校，提供五年級 25 位學童，進行第一次實驗教學處理。
- (六)以思考智能評測工具進行前測，並在實驗教學過程中，觀察了解學童教學活動中之「思考智能」之實際表現情形。
- (七)實驗教學完成後，同樣採思考智能評測工具進行後測。
- (八)進行第一次實驗教學之資料處理統計與分析。
- (九)依第一次實驗教學結果，由研究小組討論修正教學活動設計與評測工具。
- (十)協商高雄市某乙國小為實驗學校，提供五年級 30 位學童，進行第二次實驗教學處理。
- (十一)以修改後之思考智能評測工具進行前測，並在第二次實驗教學過程中，觀察了解學童教學活動中之「思考智能」之實際表現情形。
- (十二)第二次實驗教學完成後，同樣採修改後之思考智能評測工具進行後測。
- (十三)進行第二次實驗教學之資料處理統計與分析。
- (十四)經由小組討論，修正精緻化教學活動設計內容，提出完整之「熱的傳遞」主題教學活動設計，及適切可行的「思考智能」之評測工具。
- (十五)根據前後二次之實驗教學與評估分析之研究發現提出結論與建議。

伍、教學活動設計與測驗結果

一、教學活動設計內容與師生對話分析

本研究從蒐集教學錄影(音)帶中之師生對話記錄、教學觀察及小組活動中學童學習反應等相關資料，分析評估「熱的傳遞」主題教學活動對國小高年級學童思考智能之影響。限於篇幅，以下就以三個教學活動之二「熱的輻射」為例，說明教學設計內容，並將教室中師生對話之過程「摘錄其中重要對話記錄」，依思考智能能力指標之「行為表徵」，加以分析研判。

教學活動依據 Treffinger 和 Isaksen(1992)所提出的創造性問題解決模式(creative problem solving, 簡稱 CPS), 依實際教學情境需要加以修正為五個步驟：1.引起動機 2.發現問題 3.產生想法 4 設計並進行實驗 5.實驗總結。依此修正之 RCPS(revised creative problem solving)五步驟方式，設計有關「熱的傳遞」三個活動：「熱的進行曲」、「融化你的心」、「我的熱在沸騰」。藉由問題的探索、小組活動、實作與討論和結果的歸納，激發學童的思考智能，RCPS 每個步驟中均強調個體主要之思考方式取向是「散發式」思考與「收斂式」思考，能夠掌握此二種思考方式取向之運作原則，就可以抓住 CPS 的基本精神。茲以「熱的輻射」單元活動為例，說明教學活動設計內容：

(一)教學活動設計

1. 單元名稱：熱的傳遞方式
2. 活動名稱：熱的輻射(融化你的心)
3. 適用對象：五年級
4. 時間：兩節課(八十分鐘)
5. 設計理念：

輻射雖然是熱的一種傳導的方式，但大部份的實驗只能用皮膚的感受去了解，而且可以用眼睛感受到的例子並不多見。一般而言，黑色物質比白色物質容易吸熱，但是此項特性並無法說明熱的輻射，僅能說明輻射的特性。在構思的過程中，我們想到了生活中鴨農用燈孵

蛋的例子，但是孵蛋的時間太長，比較不利於教室實驗觀察，於是改採用具有易熔化特性的物質，二者結合，利用光輻射傳熱的特性，讓學生利用燈炮將心型的巧克力熔化，以此種方式讓學生以視覺來感受輻射的存在。教學者亦可以陽光和放大鏡或凹面鏡為工具，效果更快，惟需考慮天候狀況，以及加入折射(反射)或焦距之概念，或以烤箱取帶原來之熱源。

6. 教學器材：

- (1)熱源如陽光、燈泡、烤箱(本實驗採用燈泡)
- (2)巧克力(本實驗採用七七大波露巧克力或 Muca 心中情巧克力)

7. 學習情境：

以熔化心型巧克力來讓學生了解，熱可以用輻射的方式來傳遞。並了解輻射的特性向四面八方傳遞，且距離愈遠傳遞的熱能量愈弱。

8. 學習活動、流程與教學說明：





(1)第一節教學活動流程與學習單

學習活動	流程	教學說明
<p>第一節開始</p> <p>*教師準備巧克力放在桌上，並提出問題： 小朋友，這是什麼東西，有沒有人知道？ 那老師問大家一個問題，有沒有人可以不用碰到這些巧克力，就把它們給熔化呢？(強調不可以接觸到巧克力)</p> <p>*拿出燈泡，並提出問題： 小朋友，這是什麼東西，有沒有人知道？</p> <p>*說明這是可以用來孵蛋的燈泡，並提示燈泡有沒有接觸到蛋，那為什麼蛋可以孵化呢？</p> <p>*提出本節主要問題： 小朋友，你能不能設計出一套實驗可以讓巧克力不接觸的情況之下，就能熔化，而且可以比較距離對巧克力受熱程度的影響。(提供二顆巧克力、二組燈泡) 將你們那組的想法畫出來</p> <p>向大家說明你們小組的設計。 比較大家設計的優缺點後，修正實驗設計</p> <p>進行實驗觀察，並紀錄。</p> <p>提問：巧克力與熱源的距離不同接收的熱量有沒有不同？為什麼？</p>	<pre> graph TD A[引起動機 (1min)] --> B[發現問題 (2min)] B --> C[產生想法 (6min)] C --> D[設計實驗 (17min)] D --> E[進行實驗 (10min)] E --> F[實驗總結 (5min)] </pre>	<p>強調不用接觸這一點</p> <p>評量：填寫學習單之問題 1，由學生提出的想法及批評來評量。</p> <p>填寫學習單之問題 2 和 3 填寫學習單之問題 4 填寫學習單之問題 5</p>

學習單一

班級 姓名 座號 第 組

今天是 年 月 日 天氣： 心情：

1. 我們這組的設計是：(請以  代表燈泡  代表巧克力)
2. 比較過和別組的實驗設計後，別組有那些優點、我們這組有什麼缺點把它們分別寫出來：
別組的優點：
我們的缺點：
3. 經過上一個步驟後，我們這組的設計修正為：(請以  代表燈泡  代表巧克力)
4. 實驗的結論是：(熱輻射的大小和距離的關係)
5. 經過實驗後，我們這組實驗的的缺點是：
看到各組的結果，我們了解可能影響實驗的因素有：





(2)第二節教學活動流程與學習單

學習活動	流程	教學說明
第二節開始		
*提問：熱源有沒有直接接觸到巧克力呢？若有，那是什麼呢？	引起動機	
熱是用什麼方式、透過什麼傳遞到巧克力上面的。若沒有透過什麼物質？為什麼熱可以傳遞到巧克力上面。	↓	
	發現問題 (5min)	
	↓	
*提出本節主要問題 小朋友，你能不能設計出另一套實驗可以讓巧克力在燈泡不同方位熔化(兩者不能接觸)，並且能夠做出不同方位是不是有不同的結果。 (提供每人一顆巧克力、二組燈泡) 將你們那組的想法畫出來	↓	
	設計實驗 (17min)	填寫學習單之問題 1
	↓	
向大家說明你們小組的設計。 比較大家設計的優缺點後，修正實驗設計 比較大家設計的優缺點後，修正實驗設計 比較大家設計的優缺點後，修正實驗設計 進行實驗觀察，並紀錄。	↓	
	進行實驗 (13min)	填寫學習單之問題 2 和 3 填寫學習單之問題 4
	↓	
提問：放在不同位置與熱量會傳不到嗎？為什麼？ 提問：放在不同位置與熱量會傳不到嗎？為什麼？ 討論：看過了各組的結果，我們了解可能影響實驗結果的因素有哪些？	↓	
	實驗總結 (5min)	填寫學習單之問題 5

學習單二

班級 姓名 座號 第 組

今天是 年 月 日 天氣： 心情：

- 1.我們這組的設計是：(請以  代表燈泡  代表巧克力)
- 2.比較過和別組的實驗設計後，別組有那些優點、我們這組有什麼缺點把它們分別寫出來：
別組的優點：
我們的缺點：
- 3.經過上一個步驟後，我們這組的設計修正為：(請以  代表燈泡  代表巧克力)
- 4.實驗的結論是：(巧克力在什麼位置會熔化？熱輻射的方向是.....)
- 5.經過實驗後，我們這組實驗的缺點是：
- 6.看過了各組的結果，我們了解可能影響實驗結果的因素有：

(二)師生對話分析

1. 批判思考

6-3-1-1 對他人的資訊或報告提出合理的求證和質疑。

T：聽過每一組的實驗設計，你們覺得他們的優缺點在哪裡？

S：第一組的巧克力位置一個距離是 30 公分，另一個是 50 公分，如果等了很久，兩顆都沒有反應，我們還是不知道距離和熔化時間有沒有關係啊？

此段對話中，是由老師引導學生對於別人所設計的實驗，能夠加以思考，並提出合理的質疑，以符合能力指標的要求。

2. 創造思考

6-3-2-1 察覺不同的辦法，常也能做出相同的結果。

T：小朋友，你能不能設計出另一套實驗，在巧克力和燈泡不能接觸下，可以讓巧克力在燈泡的不同方位熔化，這個實驗要可以告訴我們不同方位是不是有不同的結果。

S1：擺巧克力在前方和兩旁好了。

S2：不如四周可以擺的地方都擺，我們再去要多一點巧克力。

S3：先擺前方計時幾秒融化、再換位置計時、一個方位一個方位來比較好。

此段對話中，是由老師引導學生對於想印證的事情，想出不同的實驗方法而自己想出的方法或許和同組組員不同，但是都能得到老師要的的結果，以符合能力指標的要求。

6-3-2-2 相信自己常能想出好主意來完成一件事。

T：小朋友，你能不能設計出一套實驗可以讓巧克力不接觸的情況之下，就能融化，而且可以比較距離對巧克力受熱程度的影響。

S1：放在燈泡旁，跟孵蛋一樣。

S2：還要比較距離的影響，所以一個巧克力放遠一點，一個放近一點。

此段對話中，是由老師引導學生對於想印證的事情，想出自己的實驗方法。而在設計實驗時，先瞭解輻射傳熱方式 不必接觸，與影響受熱差異因素 距離，並針對距離的因素而設計實驗以驗證「因距離差異」所造成受熱差異，以符合能力指標的要求。

6-3-2-3 面對問題時，能做多方思考，提出解決方法。

T：老師問大家一個問題，有沒有人可以不用碰到這些巧克力，就把它們給融化呢？

S1：放在大太陽下、放進烤箱烤、放進微波爐微波、用強風一直吹。

S2：放在火爐旁邊、用燈泡照射。

在此段中，老師以提問的方式，引導學生先進行思考，藉著小組討論的模式，探討如何為問題找到解決的方式，以期培養學生具備遇到事情時能先自行多方的思考，尋求解決的辦法之能力。

3. 解決問題

6-3-3-1 能規劃、組織探討活動。

S：1.把兩顆巧克力放兩側，電燈泡只放一個。

2.巧克力的距離要不一樣，才能知道距離和融化時間有沒

有關係。

3.如果放兩個燈泡，可能會互相影響，中間要有障礙物。

4.放一個燈泡就可以解決干擾的問題了。

5.距離一個近一點，一個要遠一點。

此段對話是學生對於如何設計出一套實驗可以讓巧克力不接觸的情況之下，就能熔化，而且可以比較距離對巧克力受熱程度的影響的方法。在實驗過後整理出來的一些發現，也呈現了學生在確定熱源、距離、熔化的一些性質以後，針對所發現的問題加以處理的一些過程。

6-3-3-2 體會在執行的環節中，有許多關鍵性的因素需要考量。

T：看過了各組的結果，我們了解可能影響實驗結果的因素有哪些？

S1：距離、燈泡強度或數量、其他熱源會不會影響到這一個巧克力。

S2：還有巧克力的厚度，比較薄的巧克力比較明顯。

此段對話是學生對於執行實驗時，所觀察到在不接觸巧克力的情況之下熔化，應該考慮到的關鍵因素，例如熱源、距離、熔化的一些性質。

二、實驗教學前後測驗結果比較

(一)第一次實驗教學前後測驗結果比較

本主題第一次在某甲國小實施五年級實驗教學活動，在教學前、後對 25 位五年級樣本學生進行施測，其前、後測驗之比較結果如下：

1.熱的傳遞方式主題單元教學前後「思考智能」測驗比較

表九 第一次實驗教學學生「思考智能」前後測驗成績之 t 考驗

思考智能	前 測(n=25)		後 測(n=25)		t	p
	平均值	標準差	平均值	標準差		
流暢性	4.0000	2.0000	6.8800	4.3332	3.560	0.002**
創造	2.4000	1.0000	3.0400	1.5406	2.222	0.036*
思考	1.2800	0.9363	1.6400	1.4686	1.160	0.257
合計	7.6800	3.6937	11.5600	6.8379	3.023	0.006**
解決	3.9200	1.9774	6.8800	4.3332	3.658	0.001***
問題	1.2400	0.7234	1.0800	0.6403	-1.072	0.294
合計	5.1600	2.3216	7.9600	4.4110	3.473	0.002**
批判思考	3.2000	1.8028	3.0800	1.7776	-0.319	0.752

*p < .05 **p < .01 ***p < .001

本次測驗中，研究樣本為 25 位，由表九之相關資料經由 t 考驗分析前後測之差異性，除了獨創性、收斂性及批判思考在前後測成績差異性未達顯著水準外，其餘包含流暢性、變通性、擴散性思考等在前測與後測的差異上都達顯著水準，顯示後測成績均較前測成績有成長。

2. 「思考智能」評分者信度考驗

在評分者信度上前測 $r = .862(p < .01)$ 呈現顯著的高相關；後測 $r = .847(p < .01)$ 呈現顯著的高相關，兩位評分者的評分結果有其信度。

(二) 第一次實驗教學評測結果評析

1. 獨創性分數表現之分析

獨創性一項分數差異未達顯著水準，究其原因可能有：

- (1) 「獨創性」的呈現原本就比其他向度難，本組在對獨創性進行評分時參照 Williams 創造力測驗之標準，其出現之概念為全體之 5% 以下才給予分數，亦即在測驗人數中出現獨一無二的概念才予以計分，在這些未經長期創造力開發訓練的學生身上，的確難以表現出獨創性。
- (2) 部分學生在尚未接受教學之前會有一些其他獨特的想法，因此在前測時能表現出某些獨創性的思考方向，然而在教學活動後，因為已被教學活動中的印象烙印，在回答測驗問題時純粹以上課時看過、做過的活動與知識為主，缺少自己的獨

特想法，因而獨創性便會比前測時表現的差。

2. 收斂性分數表現之分析

收斂性一項分數差異未達顯著水準，究其原因可能有：

- (1) 學生弄錯應填答問題，因在第一頁填答說明中的例題，學生誤以為正式的題目，以致在回答翻頁後，無提供新的問題情境下之第三題，回答解決問題題目時答非所問，不僅在前測發生這樣的錯誤，後測依然犯相同錯誤。因此相當於無效樣本，這樣的學生約有 2 至 4 名。因此施測老師在填答說明時需注意特別說明此項錯誤。
- (2) 收斂性問題測驗在最後一題，學童作答至後半段時間已失去耐心，草率了事者不在少數，因此未能真正測出教學前後之差異，尤其後測時學童已對寫測驗卷感到不耐煩，因此分數不進反退。

3. 批判思考分數表現之分析

批判思考一項分數差異未達顯著水準，究其原因可能有：

- (1) 批判思考屬於高層認知能力，不是經過短短六節課的教學後就可以進步的，需要經過長時間的學習與訓練，因此批判思考的沒有顯著的進步是可理解且是正常的。
- (2) 此次批判思考的評分基準乃依【1】提出問題、【2】寫出原因、【3】舉出方法三個向度，依完整性與否給 0 至 2 的分數，但題目問的方式與評分標準無法配合。所以學生的答案通常只回答到其中一項或二項，這樣分數普遍偏低，進步空間也不大。

(三) 第二次實驗教學前後測驗結果比較

根據第一次在某甲國小實現教學之缺點改進後，第二次在某乙國小實施同一主題之五年級教學活動試驗教學，在教學前、後對 30 位五年級樣本學生進行施測，其前、後測驗之比較結果如下：

1. 熱的傳遞方式主題單元第二次實驗教學前後「思考智能」測驗比較

表十 第二次實驗教學學生「思考智能」前後測驗成績之 t 考驗

思考智能	前 測(n=30)		後 測(n=30)		t	p
	平均值	標準差	平均值	標準差		
創造思考						
流暢性	2.3833	1.7354	3.8333	3.8290	1.691	0.102
變通性	1.7667	.9535	2.6000	1.7538	1.993	0.056
獨創性	.5500	.6611	.6667	.7112	.652	0.519
合計	4.7000	3.0614	7.1000	5.8831	1.741	0.092
解決問題						
擴散性	2.4167	1.1896	3.3333	1.8678	2.985	0.006**
收斂性	2.0500	1.0451	2.3500	.7895	1.777	0.086
合計	4.4667	1.8797	5.6833	2.3870	3.162	0.004**
批判思考						
分析性	2.4000	1.1402	2.8667	1.5082	1.770	0.087
整合性	1.3500	.9926	1.5500	.9680	1.197	0.241
合計	3.7500	1.8277	4.4167	2.2131	1.844	0.75
總分	12.9167	5.0737	17.2000	8.0501	2.689	0.012*

*p < .05 **p < .01

本次測驗中，研究樣本為 30 位，由表十之相關資料經由 t 考驗分析前後測之差異性，計有擴散性、解決問題及思考智能總分在前後測成績差異性達顯著水準，其餘雖未達顯著水準，但依後測成績的平均值看來，每一項思考智能都有成長。

(四)第二次實驗教學評測結果評析

1. 各項思考智能的差異性多未達顯著水準，經研究小組檢討分析後，歸納出以下原因：

- (1) 教學對象：來自各班級的學童，彼此並不熟悉，且默契不足，即使被分到同一組，只經過一天三大節課的互動，還不能彼此信任、互相融合，教學過程中或有因為疏離感，而未能真正開放自己來學習，以致思考智能進步的空間有限，不能達顯著水準。
- (2) 教學空間：此次以科學營吸引學童參加，場地的選擇因假日開放空間的限制，而選擇一樓的圖書館。此教學場地範圍較為寬廣，教師欲集中學童的專注力較為吃力，學童顯得較為浮躁，

學習效果打了折扣。

- (3) 學童作答意願：後測施測時間已是科學營一整天的最後一個活動，學童已略顯疲憊，歸心似箭的心情影響到作答意願，不願花時間思考題意變想交測驗卷者大有人在，這樣的氣氛一出現，亦影響到其他人願意繼續仔細作答的意願。

2. 「獨創性」進步較少之原因分析

獨創性的呈現原本就不易，欲在短短一天之內是無法開發與訓練學童，使之進步到達顯著水準的。

3. 「整合性」進步較少之原因分析

本組對「整合性」的評分標準為：寫出或畫出所作選擇的理由或原因，學童或許可以畫出或寫出其他非所選之項目的缺點，但是對於所選項目的理由或原因，很多學童是無法作答的，或許是「只能意會，不能言傳」，也或許是覺得沒什麼道理可說，也或者是字彙不足無法表達心中的想法，而又不知如何以圖畫來表示...等，因此對於五年級學童來說，要寫出或畫出理由或原因，實有其困難度。

陸、結論與建議

本研究藉由小組合作行動研究，依據九年一貫課程改革之理念，針對「自然與生活科技」學習領域國小第三階段特定主題內涵「熱的傳遞方式」，以主題統整之方式進行合作研究與開發，採用 RCPS 模式發展出培養國民科學素養之能力指標中有關「思考智能」所需之完整的教學活動設計與學習單及評測工具，期望藉由引發學生疑惑，經過提出問題，嘗試解決問題的過程來培養學生創造思考、批判思考與解決問題之思考智能，使學生的學習能力能夠適性化充分發展。

本研究經研究小組之努力，初步已達到下列成果：

一、開發出增進國小學童創造思考、批判思考、與解決問題等「思考智能」能力之教學活動設計

研究小組分別針對「熱的傳遞」主題中有關「傳導」、「對流」、「輻射」的概念，依照教材內容細目與能力指標陳述，分別設計了適

合五年級的「熱的進行曲」，「我的熱在沸騰」及「融化你的心」三個單元活動；並依據 RCPS 之五步驟教學模式加以設計三個單元活動之教學流程。

二、設計一套評測國小學童「思考智能」之評測工具，用以評估教學成效。

研究小組在設計評測工具時，考量國小學童注意力集中時間不長的因素，在設計上以 3 題為基本考量，作答以「選擇題或繪圖」為主，避免過多的文字作答，內容取向則區分為「創造思考」、「解決問題」及「批判思考」等三方面設計問題，並經由專家審查，修訂定稿。

三、對以「熱的傳遞」為主題之教學活動進行試教評估。

本研究以高雄市某甲國小五年級 25 位學童進行第一次實驗教學，從教室觀察學童反應與教室中師生對話紀錄資料分析研判，最後施以有關「思考智能」之測驗。前後測結果分析討論後，修正教學活動設計及評測工具。並於高雄市某乙國小進行第二次實驗教學，亦從教室觀察學童反應與教室中師生對話紀錄資料分析研判，再施以修正後之「思考智能」之測驗。兩次實驗教學之研究顯示，研究小組依據 RCPS 教學模式設計之教學活動，確能由問題解決之歷程中培養國小學童創造思考、批判思考與解決問題之能力。

本研究以此拋磚引玉，期能帶動國小教師針對不同主題之教學活動設計進行試教、評估、修正之行動研究，藉此增進國小教師「自然與生活科技」領域教材設計能力與教學知能，進而提升國小高年級學童「獨立思考與解決問題」之基本能力。

誌 謝

感謝行政院國家科學委員會對本研究(計畫編號：NSC92-2522-S-153-104)之經費補助，使研究能夠順利進行實驗教學與實作評量。感謝高雄市太平國民小學丁月理老師、張文芬老師，高雄市佛公國民小學吳淑芬老師，高雄市翠屏國民中小學黃秋敏老師，高雄縣正義國民小學鄭嘉裕老師，以及屏東縣歸來國民小學楊志強老師之參與研究小組討論及協助實驗教學試教與評估之進行，使本文之發表得以順利完成。

參考文獻

- 林清山(譯)(2001)。R. E. Mayer 著。*教育心理學—認知取向*。台北：遠流。
- 洪文東(2001)。*國小自然科學創造思考教學模組設計與評估*。九十學年度師範學院教育學術論文發表會，國立台中師範學院主辦。
- 洪文東(2000)。*國小學童創造思考教學模模式之探討*。八十九學年度師範學院教育學術論文集，國立新竹師範學院主辦。
- 洪文東(1997)。創造性思考與科學創造力的培養。*國教天地*，123，10-14。
- 姚如芬(2001)。*從學校本位教學模組之發展協助小學數學教師專業成長之研究*。2001年海峽兩岸小學教育學術研討會論文集，(185~208)。嘉義，台灣：國立嘉義大學教育學院主編。
- 許榮富(1992)。*科學教育的科學與認知科學*。中華民國第八屆科學教育學術研討會論文集編。
- 張玉成(1993)。*思考技巧與教學*。台北：心理出版社。
- 張玉成(2002)。*思考技巧與教學*(第六版)。台北：心理出版社。
- 教育部(2003)。*國民中小學九年一貫課程綱要 自然生活科技學習領域*，教育部。
- 鄭麗玉(1993)。*認知心理學 理論與應用*。台北：五南。
- 饒見維(1994)。*知識場論*。台北：五南。

- Allen, R. R., & Rott Robert K. (1969). The nature of critical thinking. Report from the Concepts in Verbal Argument Project. Theoretical Paper No. 20. (ERIC Document Reproduction Service No. ED036861).
- Anderson, J. R. (1990). Cognitive psychology and its implication (3rd Ed., N. Y. : W. H. Freeman and company)
- Aylwin, S. (1985). Structure in thought and feeling. New York: Methuen.
- Beyer, B. K. (1988). Developing a thinking skills program. Boston: Allyn & Bacon.
- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (1985). Cognitive coping strategies and the problem of 'inert knowledge'. In S. Chipman, J. Segal & R. Glaser (Eds.), Thinking and learning skills: Vol. 2. Research and open questions (pp. 65-80). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Collette, A. T. & Chiappetta, E. C. (1994). Science Instruction in the middle and science school (pp.27-47). Columbus, US: Merrill.
- De Bono, E. (1992). Teach your child how to think. London: Viking.
- Devine, T. G. (1981). Teaching Study Skills. Boston: Allyn & Bacon.
- Dewey, J. (1933). How we think. Boston: D. C. Heath.
- Ennis, R. H. (1987). A Taxonomy of Critical Thinking Dispositions and Abilities. In J. B. Baron & R. J. Sternberg (Eds.), Teaching Thinking Skills: Theory and Practice. New York; Freeman.
- Gagne', R. M., Briggs, L. J. & Wager, W. W. (1988). Principle of instructional design. New York: The Dryden Press Saunders College.
- Guilford, J. P. (1967). The nature of human intelligence. New York: McGraw-Hill.
- Higgins, J. M. (1994). 101 Creative problem solving techniques: The handbook of new ideas for business. New Management Publishing Co, Inc.
- Osborn, A. F. (1953). Applied imagination. (3rd Ed.) New York: Scribner's.
- Parnes, S. J. (1967). Creative behavior guidebook. New York: Scribner's.
- Marzano, Robert J. et al. (1988). Dimensions of thinking. Alexandria : ASCD.
- Mayer, R. E. (1992). Thinking, problem solving, cognition. New York: W. H. Freeman and Company.
- Shymansky, J. A. & Penick, J. E. (1981). Teacher Behavior Does Make a Difference in Hands-On Science Classrooms. School Science and Mathematics, **81**(5),412-422.

(ERIC_NO: EJ246279)

- Torrance E. P. (1986) . Teaching creative and gifted learners. In Handbook of Research on Teaching. 630-647. New York:Macmillan publishing company.
- Treffinger D. J., & Isaksen S. G. (1992) . Creative problem solving: An introduction. Center for Creative learning, Inc.
- Wallas, G. (1926). Stage in the creative process. In A. Rothenberg and C. R. Hansman (Eds.) The creativity question. Duke University Press,1976.
- Wertheimer, M. (1945). Productive thinking. New York: Harper & Row.
- Wheatley, G. H. (1991) . Constructivist perspectives on science and mathematics learning. Science Education, **75** (1) , 9-21.
- Yager, R. E. (1992) . The STS approach parallels constructivist practices. Science Education International, **3** (2) , 18-20.
- Yager, R. E.(1996). Teaching science in the elementary school. Boston: little, Brown and company.