

教育部 101 年度中小學科學教育計畫專案

期末報告大綱

計畫編號：94

計畫名稱：運用專題式學習(PBL)於國小四年級數學教學之合作行動研究

主持人：曾志華

壹、計畫目的及內容：

專題式學習(PBL)能有效改善傳統填鴨式教育的教學與學習策略(林麗娟, 2006; 李建億和黃瑋華, 2004; Bell, 2010; Krajcik et al., 1994; Huang et al., 2004), 也能培育學生成為良好的研究者、解題者及高層次的思考者(Bell, 2010; Gultekin, 2005)。因此, 本研究目的是想要探討運用專題式學習(PBL)於國小四年級數學教學及學習過程中, 師生可能遭遇的挑戰及解決之道, 提供改進傳統的創新教模式, 以作為科學教育工作者之參考。研究對象包括本校四年級六個班共 168 名學童, 採用合作行動研究對下列問題進行研究：

一、在專題式學習(PBL)實施過程中, 驅動問題(driving question)的特徵為何?

二、在國小四年級實施專題式學習(PBL)所遭遇的困難如何?

三、教師如何協助國小四年級學生解決專題式學習(PBL)所遭遇的困難?

四、運用專題式學習(PBL)於國小四年級數學教學的可行模式為何?

貳、研究方法及步驟：

一、研究方法

為共同解決教學實務上的問題, 本研究採用合作行動研究(co-operative action inquiry)法進行。研究的焦點在於專題式學習(PBL), 融入自然、社會領域和數學教學的實施過程(包括: 計畫、執行及評量)中所遭遇的困難及解決之道。期間需要透過觀察、問卷調查及訪談等技術蒐集資料, 並且共同反省思考、交互辯證, 發掘困難與改善行動, 是一種實施研究(implementation research)(Thomas, 2000)。

二、實施步驟

本研究實施步驟如下：

1. 文獻探討: 為尋求解決問題途徑, 研究者先透過文獻資料的蒐集、研讀及整理, 以找尋可行的解決方式, 並作為規畫進行研究的參考基礎。

2. 尋求合作夥伴及研究對象: 參與本研究的合作夥伴有五位同事及本研究者共六位; 國小四年級學生 168 名。

3. 正式研究: 研究者一方面參考文獻資料及參與成大「PBL 教學應用」研習資料, 針對學生學習的課程內容, 與五位協同參與研究的老師共同設計主題及學習任務(例如附件一), 然後融入校本課程進行。主題式學習(PBL)的課程實施都是放在課餘作為加深、加廣用, 原則上不限定時間(通常在每學期第三次月考前實施完畢), 讓學生擁有學

習的自主權，目標放在能力的培養(特別是問題解決能力和創造能力)，而不是找到正確的答案。

本研究在 101 學年度 **四上研究的重點**在結合數學長度和面積的估算(計算)用以探討社會第一單元第二課「我們的社區有多大」；**四下的研究重點**是結合數學的統計圖表，用以探討本校掌溪畔特有常見冬候鳥--高蹺鴿鳥有幾隻?(附件一)在合作行動研究的過程中，我們也以學生的作品及學習成效來反思行動策略的有效性。

5. 同事互助合作：成立數學社群，利用周三下午的學年會議，或每週四早上例行專業研討會，與同事分享初步研究果，並互相扮演「諍友」的角色提供建議，作為反思及改進本研究計畫之參考。預計在 101 學年度上、下學期每月 2 次，共實施 18 次。

6. 資料蒐集及整理：為瞭解教學成效並且作為修正改進教學模式的參考，擬透過前、後測蒐集量化資料作為評估教學成效的參考。使用工具如下：(1)學業成就：教師自編成就測驗；(2)解題能力：新編問題解決能力測驗(詹秀美和吳武典，2003)。至於(3)創造力的部分，擬從流暢、變通、獨創和精進的程度來評鑑 PBL 最後產生的學生作品。此外，我們也會蒐集其他質性資料：如觀察札記、評量單、學習單、教學錄影(音)、教學日誌及電腦網路資料庫記載資料等，儘量蒐集完整資料以作為客觀分析的基礎。

7. 分析研究資料：(1)量化資料採描述性統計分析及 t 檢定以瞭解學童學習成就或解題能力的進步情形；(2)觀察札記、評量單、學習單等質性資料以內容分析及歸納分析為主，並作為量化分析之佐證資料。

8. 將研究過程及結果寫成研究報告，並在適當時機發表(如學校週三研習、科學教育學術研討會、嘉市國中小學教師論文競賽、全國教師進修網電子報或其他科教期刊)，以分享有興趣之教學實務工作者或研究者。

參、目前研究成果：

一、在專題式學習(PBL)實施過程中，驅動問題 (driving question) 的特徵為何？

本研究在下半年在六位參與的老師不斷地腦力激盪之下，共有 11 件作品產生，表列如下：

表 1 教師設計的探索主題

編號	主題名稱	數學內容	主要數學概念
1	英最環保夫婦	數與量	小數計算
2	營養教育	數與量	小數乘法
3	健康飲食	數與量	小數四則
4	認識分數	數與量	平分、分子與分母
5	億萬富翁可能是你！	數與量	位值單位換算與加減 估算
6	iPhone5 瘋了！	數與量	時間單位換算
7	高蹺鴿鳥有幾隻？	數與量	概數、估算、統計圖 表
8	用牙籤排圖形	代數	使用未知數列式

9	理想體重知多少	統計與機率	報讀統計圖表
10	素食大調查	統計與機率	報讀較複雜的長條圖
11	面積公式知多少	幾何	理解三角形、平行四邊形與梯形的面積公式

教師們從上表共同合作開發的數學探索主題中，歸納出有效的驅動問題（driving question）的特徵如下：

- (一) 必須是學生可以解題的數學題目；
- (二) 情境是學生可以具體理解或感興趣的；
- (三) 其中蘊含有意義的脈絡知識或重要數學概念；
- (四) 是否為正向、有意義的問題情境？
- (五) 題目由易而難排列，或按學習邏輯順序安排；
- (六) 文字最好不超過三行，多用表格或插圖；

二、在國小四年級實施專題式學習(PBL)所遭遇的困難如何？

回憶研究的過程，上半年可以說是摸索期，許多同事都不知從何著手設計數學任務（mathematic tasks）。有了一個成功的例子（行嘉吊橋有多長？期中報告已提出）之後，研究成員才逐漸推出自己的作品（如上表 1），從實際設計數學任務中，老師們遭遇的困難如下：

- (一) 數學專業知識的不足：例如，要幫助學生理解梯形面積公式 $=(\text{上底}+\text{下底}) \times \text{高} \div 2$ ，如何設計探索活動？其中的原理何在？仍有許多老師不清楚。
- (二) 對生活中的數學敏銳度不夠：老師們一直以為要想出數學任務很難，但實際上生活中到處都是，只是感覺不出來而已。
- (三) 任務設計的能力有待加強：許多老師設計出來的任務不是少了能力指標（教學目標），就是少了情境；有的文字太長用詞太難，有的找不到適當的插圖；有些問題排列沒有邏輯順利，有的問題難易拿捏不精準…等。
- (四) 資訊能力不足，創意不夠，雖有心卻不知如何著手；有靈感想出不錯的題材卻沒時間將它化為數學題目。

三、教師如何協助國小四年級學生解決專題式學習(PBL)所遭遇的困難？

由於數學任務通常都不是單純的計算問題（如附件一），或一個問題只有一個解答。以附件一為例，小朋友可能遇到的困難及解決方式如下：

- (一) 情境方面：帶領小朋友進入情境，按排賞鳥活動或是透過網路資源讓小朋友能具體感受主題探索所描述的情境，如此將有助於協助小朋友理解接下來他將要做什麼。
- (二) 分組合作：通常數學任務可能有不同的答案或解法，有時候一個人較難獨立完成（受限於時間或能力），學生分成小組可以利用群體的力量相互合作來完成，較省時也不會影響既定的教學進度。
- (三) 教師示範或互相觀摩：主題探索的重點在於培養解題能力（或其他關鍵能力），不在於獲得正確的答案，必要時教師可以先做示範，例如附件一的任務，教師可以示範先在照片上平分六格，先算出一格有多少隻再乘以 6 的方法。另外，也可以讓學生觀摩其他組的估算方式，但可以要求提出不同的解法以避免模仿或抄襲。
- (四) 尋求其他科任老師的協助：例如小朋友呈現學習成果分享時需要用到一些應用軟體，如 PhotoStory3, Live@Edu 等，可請授課老師（資訊課）在課程規畫時納入教學之中。

四、運用專題式學習(PBL)於國小四年級數學教學的可行模式為何？

- (一) 從學習領域出發：從國語、數學、社會、自然、綜合活動等，找出可以再延伸或補充的題材。

(二)決定探索主題：以重要概念為主，例如長度概念、面積概念。

(三)設計數學任務：將探索的主題切分成幾項任務來完成。任務即探索活動，學生必須透過蒐集資料、討論、探訪、合作解題等方式完成任務。

(四)教師扮演資詢者角色：有好的數學任務，通常學生的學習動機都很高，都會積極認真完成。

(五)成果分享不限形式：成果分享可以讓學生再次的學習，讓學習活動更完整。可以作簡報、透過 e-mail、網路平台、教室展演等方式分享。

肆、目前完成進度

一、目前已完成文獻探討及所有研究資料蒐集。

二、102 年 5 月底，本校四年級六個班級已完成探索主題：高蹺鴿鳥有幾隻？

三、102 年 6 月初，六個班級學生皆完成初步學習成效評估。

四、102 年 3~5 月，六位老師針對本研究進行教師專業對談共七次。

五、102 年 6 月，完成初步分析報告及完成期末報告大綱。

伍、預定完成進度

一、102 年 6 月繼續整理研究資料並進行驗證分析，及撰寫期末總報告。

二、102 年 6 月底本研究執行完畢，並參加期末報告研討會。

三、102 年 7 月完成期末總報告及各項經費核銷、單據整理。撰寫總結報告，並將原始憑證送交嘉義市政府教育處彙辦，總結報告送交彰師大科教中心。

四、102 年 7 月將本研究之成果，撰文於適當時機發表(如科學教育學術研討會、嘉市國中小學教師論文競賽、全國教師進修網電子報或其他科教期刊)，以分享有興趣之教學實務工作者或研究者。

五、規畫後續未來研究方向及內容。

陸、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)：如上述

柒、參考資料

林麗娟(2006)。透過網頁呈現專題成果之學習。*教育資料與圖書館學*。43(4)，471-486。

李建億和黃瑋華(2004)。網路專題學習活動中多元智慧對學習成果影響之研究。*師大學報：科學教育類*，49(1)，65-80。

詹秀美、吳武典(2007)：*新編問題解決測驗指導手冊*。臺北：心理出版社。

Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. *The Clearing House*, 83, 39-43.

Gultekin, M. (2005). The effect of project based learning on learning outcomes in the 5th grade social studies course in primary education. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 5(2), 548-56.

Krajcik, J. S., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., & Soloway, E. (1994). A collaborative model for helping middle grade science teachers learn project-based instruction. *The Elementary School Journal*, 94(5), 483-497.

Huang, V.H.K., Keppell, M. & Jong, M.S.Y. (2004). Learners as producers: Using project based learning to enhance meaningful learning through digital video production. In R. Atkinson, C. McBeath, D. Jonas-Dwyer & R. Phillips (Eds), *Beyond the comfort zone: Proceedings of the 21st ASCILITE Conference* (pp. 428-436). Perth, 5-8 December.

Thomas, J. (2000). *A review of the research on project-based learning*. The Autodesk Foundation.

附件一

高蹺鴿鳥有幾隻？

情境：

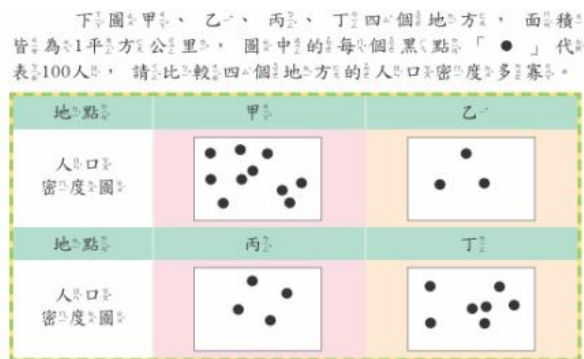
這幾天老師利用假期到學校附近八掌溪畔賞鳥，剛開始只看到稀稀疏疏的水鳥，一路往下游看更是少得可憐。可是往草堂的堤岸走去，突然間一群高蹺鴿出現在眼前，老師估計這群高蹺鴿大約有 400 隻聚集。小朋友！你覺得老師估算的數字合不合理？



圖(1)

任務一：猜猜看老師用什麼方法估計高蹺鴿大約有 400 隻聚集在此？

任務二：請參考四下社會習作第 4 頁(翰林版)，如下圖(2)，設計一個方法來估算圖(1)高蹺鴿大約有幾隻？



圖(2)

任務三：在網站上找找看有哪些方法可以用來估計高蹺鴿大約有幾隻？

任務四：依你們這組估計，圖(1)照片裡的高蹺鴿有幾隻？老師估算的數字合不合理？

任務五：如果不要一隻一隻數，圖(3)這些高蹺鴿大約有幾隻？請把你的解答寫下來並和同學分享。



圖(3)

任務六：為什麼高蹺鴿鳥喜歡來我們學校附近的八掌溪棲息？

任務七：如果明年高蹺鴿出現的數量只剩下三分之一，你覺得可能的原因是什麼？

任務八：如果八掌溪畔的景物都像圖(4)那樣，你覺得對鳥類的棲息有何影響？



圖(4)

任務九：請各組學生發揮創意設計以八掌溪鳥類(高蹺鴿)為主題的統計圖(圖5)。例如：



圖(5)

參考資料：

嘉義市興安國小生態網

<http://163.27.57.9/discuz/viewthread.php?tid=117&extra=page%3D1>

行政院主計處統計資訊網兒童專區統計圖介紹。網址：

<http://kids.stat.gov.tw/mp.asp?mp=20>