

第五章 結論與建議

本研究主要是探討應用傳統 SBL 教學法、傳統 PBL 教學法以及網路 PBL 教學法在「水火箭」單元時，學生在科學態度以及水火箭另有概念上的改變狀況。本章主要是依據第四章的資料分析，所得之研究結論與建議。

5.1 研究結論

研究結論按照第四章的資料分析共可分為五部份：「學習歷程」、「科學態度」、「學習成效」、「另有概念改變情形」、以及「PBL 分組討論學生問卷」，茲分述如下。

5.1.1 學習歷程

同學接觸 PBL 教學法的時間雖然不長，但是經過事前的訓練和教師從旁的引導，皆能順利完成作業；使用傳統 PBL 教學法的班級在搜集資料的廣度和深度上，較網路 PBL 教學法的班級來得差，其原因可能是學生不善使用圖書館或其他管道來查詢資料，因此若沒有直接給予「網路」這項查詢工具，學生往往不知如何下手搜集相關資料；但是使用網路 PBL 教學法的班級就只知道使用網路來查詢資料，反而容易忽略其他的方式，雖然使用網路來查詢資料是非常快速且便利，但是如果有網路沒有提到的部分，學生卻容易忽略產生盲點。

在分組討論的過程中，使用網路 PBL 教學法的班級較佔優勢，他們可以一邊查詢資料，一邊參與討論，討論的時間地點也不容易受到限制，有同學會在回家後登入 PBL 教學網站，或是直接使用線上的溝通工具來討論。在分組上台報告部分，使用網路 PBL 教學法的班級比較容易接受教師提供的上台報告工具：筆記型電腦、單槍，因此在資訊能力的提升上，比傳統 PBL 教學法班級要來的好。

作品完成的飛行評量部分，全班六組平均飛得最遠的是傳統 PBL 教學法的班級(42.19M)，其次是網路 PBL 教學法的班級(37.85M)，最後是傳統 SBL 教學法的班級(35.2M)，在作品的創意表現上實施傳統和網路 PBL 教學法的班級都能有不錯的創意出現；整體來說，實施 PBL 教學法的班級，其作品較為活潑，且多樣化，而傳統 SBL 教學法的班級作品較為中規中矩，沒有太多的改變及創新變化。推論其原因可

能是傳統教學法班級的學生經過教師全程的講解以及水火箭製作錄影帶的教導，讓學生缺少了思考的空間，學生只要照著做，就可以完成作品，所以就懶得去思考，也沒有想到要去多做思考；而實施 PBL 教學法的學生，資料的來源是多方面的，所以可以參考到不同的水火箭造型及製作方式，因此製作出來的作品較為靈活，也較富創意。

5.1.2 科學態度

三個班級學生的科學態度在前測時就有差異，傳統教學法 SBL 的班級在向度 3——「對參與科學探討活動的態度」以及向度 4——「科學態度」和總分上都顯著高於傳統 PBL 教學法的班級，因此在後測的各項分析時，必須考量科學態度前測對實驗的影響。

在經過不同的教學方式後，三個班級的平均總分都有增加，其中傳統教學法 SBL 的班級和傳統 PBL 教學法的班級雖然有增加，但是統計上並沒有達到顯著差異，只有網路 PBL 教學法的班級平均總分增加且達到統計上顯著的差異；這個結果顯示，網路 PBL 教學法有助於提升學生的科學態度。再由各向度的增減情形分析，三個班級在向度 1——「對學習科學的態度」上都有進步且都達到了顯著性差異，推論其原因可能是這三個班級雖然教學法不同，但是最後都要求學生自己動手作，自己產出作品，讓學生可以在學習過程中得到很多樂趣和成就感，因此影響了學生對於學習科學的態度。

在比較三個班級的科學態度後測成績時，進一步排除三個科學態度的起始點不同，以前測成績為共變項進行單因子共變數分析，結果發現三個班級的後測成績並無顯著差異，推論其結果可能與研究進行的時間有關，態度的改變可能無法在一個教學單元後，就產生顯著的差異。網路 PBL 教學法的班級雖然在後測的進步上達到顯著，但是實施網路 PBL 教學法的時間不夠長，因此無法和其他兩個班級產生顯著差異。

5.1.3 學習成效

將水火箭另有概念二段式評量以分層計分的方式，第一層答對給一分，第二層答對再給一分，取得學生在水火箭另有概念二段式評量的總分。三個班級的學生在前測表現的統計分析上並沒有顯著差異，表示學生在學習前，對水火箭單元的認知程度是相等的。

經過不同的教學方式後，三個班級學生在水火箭另有概念二段式評量的後測表現上都有所進步，再以成對樣本 T 檢定來檢驗三個班級學生在後測的進步情形，結果發現以傳統教學法 SBL 的班級和網路 PBL 教學法班級的學生，在後測平均總分的進步上都達顯著，從這個分析結果可以得知，使用傳統教學法 SBL 和網路 PBL 教學法都能有使學生在水火箭單元的成績達顯著進步。推論其原因可能是傳統教學法 SBL 是有系統的教授水火箭的相關知識，水火箭二段式另有概念評量的考題，在上課中雖然沒有特別強調，但是於課程內容中都有跟學生提及，所以學生對於水火箭的知識架構較為清楚，因此在後測成績上能有顯著的進步。網路 PBL 教學法則交由學生自己搜集資料、共同討論及統整，藉由網路的輔助，使學生在資料搜集、討論及統整上都更為便利，而且網路資料也是經由別人整理過後有系統的知識，因此在後測表現上能有顯著的進步。而傳統 PBL 教學法學生在搜集資料和討論的過程中，比網路 PBL 教學法來得困難，因此在我們實驗進度的時間安排內，無法有充裕的時間作資料搜集和討論，所以在水火箭另有概念二段式評量的後測時，無法有顯著的進步。

最後在水火箭二段式另有概念的後測分析時，分別以水火箭二段式另有概念的前測和科學態度前測成績作為共變項，進行單因子共變數分析，結果顯示，網路 PBL 教學法班級在後測的成績表現上都顯著優於傳統 PBL 教學法的班級。推論其原因可能是網路 PBL 教學法的班級增加了網路工具協助學習，使得學生在資料搜集及討論和統整時，都能更有效率地進行，而傳統 PBL 教學法則礙於時間地點不足，無法有充份時間搜集資料及討論，因此在水火箭二段式另有概念的平均總分上，明顯差於網路 PBL 教學法的班級。

5.1.4 另有概念改變情形

在分析三個班級學生另有概念改變時發現，無論是在第一層或是第二層的答題正確率來看，實施網路 PBL 教學法的班級在後測表現上都有顯著進步的情形，其原因可能是學生是利用網路來搜集資料，而在網路上的資料都是經過整理過有系統的知識，如果學生能用心主動學習，其效果比在課堂上經由教師傳授被動的學習來得好。而傳統 PBL 教學法雖然也是由學生自己主動學習，但是學生在搜集統整資料上，並無法達到有系統學習的效果，所以在另有概念的改變上無法達到顯著的進步。

而在二段式評量試題情形逐題分析的結果，可以得到以下幾點發現：

- (1) 於前測時可以發現同學對於水火箭內部「水」、「空氣」和「壓力」的作用情容易產生另有概念，經過不同教學法的學習後，在後測的另有概念上，三個班級的學生都不見有所改變。如二段式評量的第五題，三個班級前測和後測第二層的答對率都不超過三成。
- (2) 同學對於牛頓第三運動定律——作用力與反作用力有不易改變的另有概念。如試題的第十題，這個問題是屬於比較深入的牛頓第三運動定律題目，結果發現雖然實施 PBL 教學法的兩個班級在這個試題都有進步，但是進步都不多，傳統教學法 SBL 的班級答題狀況則沒有太大的改變。其原因可能是學生大都知道水火箭發射原理是牛頓第三運動定律，但是什麼是牛頓第三運動定律，大部份學生則不會深入去瞭解。
- (3) PBL 教學法有時會接收到錯誤的資料，或是將資料解讀不正確，反而容易造成其他的另有概念產生。如試題的第六題，實施 PBL 教學法的兩個班級在後測時反而退步了，其原因可能是學生搜集到一個資料顯示水火箭瓶內裝水約 $\frac{1}{3}$ 時，可以飛得最遠，而學生將這個資料自行推衍成水和空氣要成一定的比例才可以飛得最遠，因此在後測的答題正確率都下降了，學生在吸收了水火箭相關資訊後，反而產生了其他的另有概念。

- (4) 如果在實作過程中有經驗到的理論，則其另有概念的轉變就較為明顯。如試題十三題，是在水火箭製作和發射過程就可以釐清的另有概念，學生的進步就較為顯著。所以如果能讓學生動手做，可以有效改變學生的另有概念。

5.1.5 PBL 分組討論學生問卷

二個實施 PBL 教學法的班級在 PBL 分組討論問卷的各向度表現上平均都趨正向，顯示學生對於 PBL 教學法的接受度極高，其中網路 PBL 教學法班級在各向度及總分的平均分數都比傳統 PBL 教學法的班級來得高，其結果表示，網路 PBL 教學法的班級由於增加了網路的功能，使得學生在 PBL 的參與度及 PBL 的實用性上都比傳統 PBL 教學法的班級來得好，而對於新接觸的 PBL 教學法其感覺到的困難度也沒有像傳統 PBL 教學法那樣。再以 T 檢定來考驗兩班在問卷填答狀況，發現在各向度及總分表現上皆無顯著的差異，推論其原因可能是兩個班級的問卷測驗量結果雖然有所差異，但是畢竟只有正式實施一個單元，研究時間可能不夠讓兩個班級產生顯著差異。

在開放性問題學生的填答狀況發現，這兩個班級的填答狀況和問卷各向度的分析結果相符合，在第一題的問題統計結果，傳統 PBL 教學法的班級贊成使用 PBL 教學法的同學有 57.1%，而網路 PBL 教學法的班級贊成使用 PBL 教學法的同學則高達 79.5%，所以網路 PBL 教學法確實在接受度上比傳統 PBL 教學法要來得好。其原因可能是網路帶來的便利性使得同學的接受度提高。同學在填答第二個開放問題答案時，對於 PBL 教學法帶給同學的幫助，網路 PBL 教學法班級的學生，回答的答案有大部份跟網路有關，如可以節省時間、可以隨時與同學分享資訊等；而傳統 PBL 教學法班級的答案多是在同學討論互動的過程，如可以增進同學感情，可以提升發表意見的能力等。

5.2 研究建議

5.2.1 對教師的建議

(1) 運用不同的教學方式，培養學生多元能力

教師不只是傳授知識，也要培養學生能力，如問題解決能力、合作學習能力、獨立思考能力等；如果教師只是一成不變的使用傳統講述教學，就會缺少培養這些能力的機會，所以教師應抱持著開放的心胸，靈活運用不同的教學方式，如 PBL 教學法、合作學習教學法等，讓學生不只是知識的增加，也兼顧到了能力的培養。沒有一種教學方式可以適合所有的學生，適合所有的教材，在 Verhovsek & Strplin(2003)的研究中也建議，可以將 PBL 教學法和傳統教學法作一個結合和平衡，以創造一個更好的學習環境。不同的教學策略就像是教師不同的教學工具一樣，教師應該衡量學生的需求與教材的適切性，作適當的搭配與運用。

(2) 將網路融入 PBL 教學中，可以提昇學習效率

在現今的教育體制中，教師要兼顧知識的傳授與能力的培養確實在現實的環境中會遇到一些困難，畢竟成績的進步比能力的提升更容易看見，家長和學校帶給教師的壓力，讓教師在教學時無法太理想化，而在研究中將網路工具帶到 PBL 教學中發現，學生在學習成效和另有概念的轉變上，都不會輸給傳統教學法 SBL；資訊融入教學的目的，要使學生學習的效果更好、教師教學更輕鬆(徐新逸、吳佩謹，2002)，網路 PBL 教學法即達到此目標，因此，在此建議教師可以嚐試將一些教學單元使用網路 PBL 教學法來施行，如此可以同時兼顧知識的吸收及能力的培養。

(3) 將網路融入 PBL 教學法中，有助於教師監督及參與討論過程

在 PBL 教學法中，學生討論時的互動過程，是一種很好的學習方式，在實施傳統 PBL 教學法時，教師在班上很難面面俱到每一個在討論中的組別，但是若能利用網路討論區，則可以詳實記錄同學間的討論過程，所以教師在

監督和介入時都很容易，這是網路對於 PBL 教學法的很大助益之一。

(4) 適當的引導和訓練，有助於學生接受 PBL 教學法

實施 PBL 教學法一開始可以用慢慢漸近式的方式，因為學生如果沒有嘗試過 PBL 教學法，各方面的能力尚未培養出來時在討論過程、資料搜集、統整知識時會遇到困難，因此一開始教師從旁輔導，讓學生逐漸適應這種學習方式。如果要實施網路 PBL 教學法，一開始教師要注意學生的網路素養，要建構一個完整和富有親和性的學習平台，讓學生容易在網路上進行學習。

(5) 多元評量的重要性

PBL 教學法除了讓學生習得知識和理論外，也能培養學生解決問題能力、合作學習能力、資料搜集分析統整的能力等，所以在評量學生的學習成效時，也應該採用多元評量的方式，如果仍然是採用傳統試題評量，可能無法看出有什麼顯著的差異產生。

(6) 改變教學心態，從權威走向自主

除了學生要適應新的學習方式外，教師也應該適應不同的教學方式，PBL 教學法的班級氣氛較為活潑自由，若是過於權威型的教師，可能會太過於掌控學生的學習進度和學習內容，以至於無法達到學生自主學習的情況。因此教師也要試著改變教學心態，如果仍然抱持著傳統教學法的心態來實施 PBL 教學法，在教學過程中，教師很可能會有適應不良的情況產生。

5.2.2 對未來相關研究的建議

(1) 研究網路對 PBL 教學法的助益

在本研究中，網路學習平台是施行網路 PBL 教學法的一項教學工具，可以再詳細探究網路在網路 PBL 教學法中所扮演的角色，如學生平均登錄討論區中發言的次數是否會影響學生學習成效；如果網路學習平台能加入適當的回饋機制，是否會影響學生的學習成效，或增強學生的學習欲望等。

(2) 增加教學單元及延長研究時間

這次的教學實驗只施行了一個單元「水火箭」，教學時間如果包含寒假實作約一個半月，所以在學生態度的改變上，三個班級在實施完不同的教學方式後，統計分析上沒有顯著差異產生，所以如果能持續實施不同的教學方式，再加以評量其態度的改變，以比較持續使用 PBL 教學法的學生，其科學態度是否會比傳統教學法有較明顯的增加。

(3) 比較不同類型的學生，對 PBL 教學法反應是否會有所差異

在實施 PBL 教學法時可以發現，有些同學很喜歡這種自己掌控學習內容與進度的方式，但是有些同學則很不能適應，所以以後的研究不妨考量不同的學習風格的學生，對 PBL 教學法的反應是否會有所不同。

