

第五章 結論與建議

第一節 結論

根據第2章及第肆章的資料分析，分別針對第壹章的研究目的與問題做如下的結論：

一、豌豆種植活動方案實施的發展與實施

(一) 豌豆種植活動方案實施的可行性

就時間而言，運用學生的休息時間(如下課、早自習、午休或放學後)，透過學生的分工大部分皆能順利將工作完成，除了種植活動之後，討論是十分重要的，除了學生自行利用空檔時間之外，研究者還利用學生的空白時間(自習課)進行全班性討論，研究者並進場指導。在完成豌豆種植活動後，部分學生提議繼續種植其他植物，表示學生對種植活動的接受度頗高，從種植豌豆的態度問卷中，不論男、女學生對於種植活動抱持正向態度。因此，國中階段進行豌豆種植的可行性非常高。

就場地需求，若學校有空地可進行種植活動最佳，學生比較喜歡在土地上種植，不過，有少數學生仍表示希望利用盆栽種植，研究者由學生自行決定，利用盆栽種植的學生，最後將開花的豌豆盆栽帶至學校讓同學觀看。因此，不論有無場地，皆能進行此活動。

(二) 學生在種植活動中能培養觀察、發現問題、解決問題等能力

透過豌豆觀察紀錄表，可訓練學生在種植過程中，隨時觀察植物的生

長情形，並能發現生長過程中發生的困難，透過小組討論或查閱資料，解決發現的問題。除此之外，在情意部分，學生也因長期照顧植物，對生命能有更尊重的態度。Myers 等(1988)、吳英豪(1999)、盧秀琴(1999)、范振龍(2001)皆提出種植活動除增近相關知識外，能培養情意方面的態度。

二、透過種植活動培養學生的科學態度

(一)種植活動的態度表現

在種植的態度表現上，男女學生在種植的態度中，除了耐心一項，男女生達顯著差異外，在其他態度向度如感受、好奇、價值觀與合作方面，皆未達顯著。但從平均數來看，除了好奇心向度，女生的平均值略低於男生，其餘各向度的平均皆高於男生，由此可知女生在種植活動的態度略優於男生的表現。這和吳英豪(1999)的結果相呼應，林世娟(2000)的研究也提出種植活動中，女生的表現較男生佳。

(二)對科學的態度的表現

長達五個月的種植活動，從量表的表現上，A 班學生在對科學態度的各分量表上並無明顯的提升，但從學生的學習單及訪談中，反應這樣的活動可以學到和課本不一樣的知識，而且更有趣，也很有成就感。但時間過長，加上課業壓力大，下課時間常有考試或其他事務，而無法按時觀察，有興趣的同學其實會自行找時間去照顧，若要面面俱到，可能有較大的困難。

三、利用電腦模擬孟德爾實驗之教學方式對學生學習遺傳學之影響

(一)利用電腦模擬孟德爾實驗之教學增進學生觀察、紀錄及歸納能力

電腦模擬教學中，學生對於豌豆性狀的掌握及描述較精準。此軟體的設計強調預測及歸納，因此在教學過程中，適度的加入學習單，引導學生不斷的進行預測、紀錄，例如：平滑豌豆和皺縮豌豆雜交會產生哪些性狀的豌豆。透過預測後，再進行實作，這樣不斷的循環，可訓練學生的推演及歸納能力。

(二)利用電腦模擬實驗的教學能提升對學生的對學習科學的態度

A、B、C三班的對科學的態度表現差異上並未達顯著差異，但從平均數的變化及學生的表現，可以看出電腦模擬實驗的教學可提升學生對科學的正向態度。在「對實驗活動的看法」、「對小組合作的看法」及「對學習科學的態度」等三個分量表的表現增加的幅度以A班(進行豌豆種植及電腦模擬實驗教學)最高，B班(進行電腦模擬實驗教學)次之，C班(對照組)在「對小組合作的看法」及「對學習科學的態度」上有下滑的現象，顯示在經過遺傳的教學之後，A、B班在對科學的態度皆有正向的影響，在對科學的學習態度上，A班進步幅度最大；對於C班正面的影響較少，尤其在對科學的學習態度上，下降幅度最大。

(三)利用電腦模擬實驗的教學能提升對學生的遺傳學學習成效

不論是進行哪一種教學，皆可以達到學習的效果，從A、B班對C班(對照組)在教學後的遺傳學學習成效的得分及進步幅度達顯著差異，說明電腦模擬教學對提升遺傳學學習成效優於傳統教學。

(四)電腦模擬實驗的軟體之英文介面在學生學習上的干擾

從上課的觀察及學生的回饋可以知道學生十分喜愛在課堂上利用電腦進行學習，在課程結束時，仍希望有機會繼續以這樣的模式上課，對於操作並無困難，但都建議希望能將介面中文化。

四、種植活動與電腦模擬實驗對學習遺傳學的效益比較

(一)種植活動對學習遺傳學的影響

在種植活動過程當中，學生在紀錄單及課堂上的表現，有以下六點的發現：

1. 能從觀察中發現問題。
2. 遇到問題或困難時，會運用資源解決問題。
3. 在照顧豌豆的過程中，學會對生命的尊重。
4. 觀察的角度愈來愈精細，記錄方式從文字的描述，到圖形的輔助。
5. 學生種植態度從好玩、有趣，認知到種植的辛苦及科學問題的產生。
6. 男女生在種植活動中，對於分工的看法不同，男生傾向依能力分配工作，較不在意每個人的工作量，但較無法接受同學為能完成份內的工作；但女生則認為應該平均分配才公平，平常喜歡結伴一起合作。

(二)電腦模擬實驗對學習遺傳學的影響

從上課錄影帶的觀察中，看到學生在上課過程中，同學之間的互動良好。隨時有問題，皆會舉手詢問，學生之間，也會互相觀摩、討論。和學生晤談之後，學生也反應在電腦教室上課，和教師的互動機會增加許多，平時在教室進行教學，大多是單向的傳輸。

經由電腦模擬種植方式，學生能親自操弄實驗過程，且觀察到遺傳現象的完整過程，克服了原本種植活動中性狀不易歸類、種植能力限制、以及長期種植所必須遭遇的環境困擾等問題。相對的增加了對學生在探討活動中所進行之問題的察覺、關係的確認、原因的發現、因果關係推理及基因作用機制之推理，有決定性的影響，同時在遺傳概念的形成過程中，亦有極大的功能。此網站可供學生反覆進行操作與推理，學生在多次的操作中，對學生遺傳概念的形成過程中，具有增強加成作用及歸納統整的效果。

學生的回饋單中，利用電腦上課，實驗組學生大多對此教學單元持較正向的觀感及學習態度，他們認為這樣的教學方式可增加創意及合作學習技巧。

(三)學生有無進行種植活動對於使用電腦模擬重建孟德爾實驗之影響

從(A、B班)學生的遺傳學學習成就前、後測，並未看出進行種植活動對學習遺傳學有明顯的影響，但在進行電腦模擬教學的過程中，可發現A班學生上課表現比B班的學生為佳，尤其是在進行性狀觀察歸納部分，也較能體認科學家在進行實驗觀察紀錄時的困難。推測原因應是A班學生已進行豌豆種植，對豌豆有較深一層的認識，且有深刻的種植經驗，會比較有興趣進一步了解以前的科學家如何進行實驗。

從學生對就實際種植及利用電腦模擬的看法的問卷中，可歸納出下列四點差異：

1. 便利性：電腦模擬的便利性較實際種植佳，不用自己等很久的時間，也不用考量水澆的多少可以很快就知道結果。

2. 趣味性：親自種較有真實感、成就感，電腦進行實驗比較沒有親生種植的感受來的強烈，親自動手種植，比較快樂，可以了解的更深入。
3. 正確性：利用電腦雖然速度快，但可能會出差錯；自己種植雖然較準確，但速度慢。
4. 其他：可以做另外研究，也可以再發現新的東西、新趣事。

喜歡電腦模擬實驗的學生主要考量點是時間問題，加上種植過程的問題較多需要解決，利用電腦比較無須擔心失敗問題。而喜歡實際種植的同學則是以操作性來考量，認為親自種植，可以有較多額外的收穫。

整體來說，A 班(有種植經驗)有 37%的學生喜歡以種植活動來進行遺傳學的學習，63%的學生比較肯定電腦模擬實驗的教學；B 班(未經過種植)只有 18%的學生認為實際種植活動比電腦模擬實驗好。這可說明經過種植的學生較能感受到實際種植的樂趣與優點。

從學校的定期考查成績來看，進行豌豆種植活動的班級在自然科的表現逐漸提升，未進行種植活動也未進行電腦模擬教學的班級在成績的表現上則是逐次遞減，可說明動手操作，對學生的學習影響是正向的。

(四)種植活動與進行電腦模擬種植的優缺點比較

根據學生的上課意見及研究者本身的觀察，歸納出進行豌豆種植對遺傳學學習的優點如下：

1. 過程較有趣，對學生的挑戰性高。

2. 學生可直接了解實際種植的問題，並嘗試解決，學習科學技能及解決問題的能力。
3. 操作過程中有許多臨時狀況，可以訓練學生的應變能力。
4. 長時間的觀察討論，可以訓練收集資料的能力。
5. 可培養學生互助合作的精神。
6. 對豌豆有較深刻的印象，進行教學時，比較不會有排斥感。

進行電腦模擬實驗教學對學習遺傳學的優點如下：

1. 所需的時間較短，教師容易掌控教學時間。
2. 因電腦軟體設計時，已將豌豆性狀特別處理，讓學生觀察性狀時較有方向性，學生可以明確的進行觀察紀錄，並作為歸納的依據。
3. 實驗數據明確，學生較易進行推論、預測。
4. 透過不斷的假設、驗證，加強學生的推理歸納能力。
5. 上課較有趣，學生動手操作時間長，達到以學生為主的上課模式。

進行豌豆種植活動的缺點有：

1. 時間花費太長，學生容易疲倦，老師也不容易掌控進度。
2. 環境變因多，容易失敗。
3. 場地的限制且成本較高。
4. 進行人工授粉的技術較高，不易成功。
5. 目前市面上的豌豆種子，不易發現相對性狀的比較。如高莖 矮莖。

進行電腦模擬實驗教學的缺點分述如下：

1. 網站為英文介面，對七年級的學生而言，仍有相當程度的困擾。

2. 此軟體所設計的子代數量少，無法得到孟德爾實驗的理想數據。
3. 需電腦設備(硬體及數量)的搭配，且電腦設備可能隨時有狀況。
4. 在電腦教室進行，學生情緒會比較亢奮，在班級秩序的管理上比較費心，有些學生甚至會偷上網進入聊天室或玩遊戲，教師必須隨時掌控學生動向。

五、分析教師對於實施模擬孟德爾實驗教學之可行性的省思

過去的? 育以「教學」為主，以教師為中心，九年一貫課程以學生的學習為根本。就教師與學生的角色而言，身為教育最前線的教師該如何面對因應求新求變的社會，從教育理念、教學設計到實際的教學活動，對現今教師更是各種挑戰。研究者希望藉由提供促進學生主動參與學習和自我建構的教學活動，讓學生自行去探索，以培養學生帶著走的能力，讓學生的學習主動地接受、吸收，建構自己所遇的經驗。在整個活動過程中，有多問題需要克服及改進，下列分別就豌豆種植活動及電腦模擬實驗教學活動的教學困境及省思詳列如下：

(一)教師進行豌豆種植課程所造成的教學困難及教學省思

1.種植地點及種植方式的選擇

並非校園中皆可找到合適的地方進行植物的種植，因此教師在進行此活動之前需仔細評估。若學校有空地可進行種植活動最佳，利用盆栽種植也可以，但只能由種植者自行觀察，就缺少了合作互動的機會，這時，同組間的討論更顯重要。

2.豌豆種子的選購

若要以孟德爾的實驗為主軸，應該要選擇各類不同性狀的純種豌豆種

子，但因市場考量，並沒有辦法如願，因此，只能就市面上能買到的種子為種植材料。

3.學生種植過程的紀錄與討論

學生面對學習單，常不知如何下筆。雖然自然與生活領域強調科學方法，但學生的訓練太少，無法了解如何進行植物的觀察及紀錄，因此，在老師的教學過程當中，應該多加入一些實作的訓練。如進行實物觀察並繪圖紀錄，說明其特徵等。

語文能力低落是目前最令人擔憂的事，自然課程可透過報告的寫作提升學生這方面的能力，因此，在學習單的設計部分，建議循序漸進，一開始多一些提示語，再慢慢減少提示語，甚至讓學生完成整份紀錄或報告。

4.學生的學習狀況

在決定要種豌豆時，學生十分興奮，當播完種之後，每天幾乎都會到田裡報到，只為了看種子發芽了沒有，隨著日子一天一天過去，植株長高，卻又因一些不可預知的因素而死亡，觀察的人數日漸減少，因此部分學生的學習單的填寫便流於形式，雖然完成學習單，但傾向抄寫交卷了事，導致結果不佳。為有效控制學生的作業品質，研究小組建議每一次的紀錄單都應該立即批閱後發回給學生，並給予評分、回饋，於適當時機和全班同學進行討論。

當有組別開始架設支架時，所有的同學又好像從新燃起希望，甚至要求希望再重新播種，因此如何讓學生對種植活動產生持續性的興趣，是老師在設計課程時，應仔細思考的環節。當然，長時間的種植對一群國中生而言，多少是一個負擔，如何將長時間的實驗能濃縮到二至三週內完成，

或是讓整個活動流程結合更多的教學單元，創造更多的高峰，也是可參考的想法。

在進行種植的過程中，因時間頗長，學生從一開始的興奮，大概約四週之後，慢慢就進入平淡期，對於植物的成長，並不大感興趣，這時如何去鼓勵學生繼續做觀察？老師可能要特別注意。但在植物開花時，平時有在照顧學生那種欣喜若狂的心情，是那麼令人振奮！這也是平時教學中無法看到的。當有收穫時，也要考慮收成量，若量多，可以以豐盛的一餐來結束，但收成量太少，則有需要再進一步設計。

本次進行種植活動，原本是希望能讓學生觀察到自花授粉及實施人工授粉，因存活率太低，致使人工授粉的部份無法達成，實為可惜，這對於學生的遺傳學學習是否有影響，有待下一步的研究。但從學生的晤談中可看出，原本對種植的輕視，認為只要有澆水除草即可，根本沒有想到有一堆意外會發生，更不用想還要進行人工授粉了！

種植期間常因外力介入或天災(颱風、寒流等)而導致豌豆死傷慘重，更不易激起學生的興趣去照顧，可能要先有一個安全的環境提供給學生。

(二)教師實施資訊融入教學的省思及教學困難

本校已規劃了良好的資訊化空間，除了既定資訊教育課程之外，行政部份也鼓勵各科教師將資訊科技融入各科教學，因此研究者在使用電腦設備上並無太大困難。

良好的設備，是資訊融入教學的第一要件，但，合適的教材媒體更重要，因此選取合適的資源進行教學是最難的部份。吳正己、吳秀宜等(2001)

也提出資訊科技融入教學的缺點包括了準備耗時、教材尋找不易、進度壓力、電腦設備使用及維護問題等。

學生電腦教室內，心情會比較放鬆，但也會因座位的影響，老師在管理上需要多用點心，教師的節奏攸關學生的上課吸收度，由於使用互動式動畫為英文介面，講解速度不宜過快，而且，段落宜短，隨時讓學生有操作練習的機會，隨時巡視學生的進度，才不至於部分學生因進度落後太多而放棄學習。

學生在電腦教室上課情緒比較亢奮，但因電腦的排列方式，會有幾位同學無法看到教師，老師教學時，這群學生可能會有私下聊天，老師應運用各種方式杜絕，善用廣播系統或多給學生任務，都是不錯的方式。

進行遺傳軟體教學時，有些程度比較好的學生的進度比較快，老師要多注意學生的動向。上課時，學生互相討論的頻率較一般教學多，一來是因為英文的介面需要請教他人，二來是學習單的內容需要思考、且沒有標準答案，學生為了確定自己的做法是否正確，會和鄰近同學討論。為避免低成就的學生產生學習挫折，不妨在座位上的安排採用師徒制，由同儕來協助學習。適時的加入科學家的故事，更能引起學生的興趣。

(三) 實際種植與電腦模擬實驗的搭配

此兩種活動的優缺點互補，實際種植所需時間長，教學者不一掌握，且過程受外在因素影響大，也由於時間長，突發狀況多，學生在種植期間可獲得一些除了課本知識之外的科學技能及解決問題的能力；電腦模擬實驗雖無法得到這些能力，卻能讓學生在短時間內重複豌豆雜交實驗，進而

了解遺傳法則的精要。因此，兩者的活動應可互相搭配使用。先透過種植活動，讓學生熟悉豌豆的生長過程及認識其性狀，再藉由電腦模擬，幫助學生在聚焦於遺傳法則的推演及歸納。

第二節 建議

以下分別就豌豆種植活動及電腦模擬實驗教學、評量工具及未來研究方向提出建議：

一、有關豌豆種植活動：

1. 因豌豆種植需要四個月左右，要重複孟德爾實驗至少要經過兩個世代，因此，選擇種植的時間宜在進行遺傳學單元教學前四至五個月。
2. 市面上的豌豆種子大多以純化，不容易發現不同的性狀，實為可惜，若能找到野生種豌豆種子，應有更好的效果。
3. 種植豌豆所需的養分較多，宜結合堆肥活動進行。
4. 因豌豆植株的莖較細長，種植地點須注意避風及支架的架設時機。
5. 每隔一至二週最好能有一次正式的小組討論時間，若能確實執行非正式的小組討論是最好的模式。

6. 國中的自然與生活科技的授課節數大多 3~4 節，要從學習領域節數中抽取時間進行種植活動，是不大可行的，但，彈性課程時間可由教師自行規劃，另外，學生的空白課程，除了用來複習學業之外，也是訓練他們自學的好時機，建議自然科教師多善用此時間。
7. 可結合資訊工具，如架設網站，成立討論區，讓學生可直接進入上傳報告或進行討論，也可留下紀錄。

二、有關電腦模擬實驗：

1. 在電腦教室由於機器數量較多，每人一部電腦，因此，有些位置，教學者不易關注，學生偶而會有聊天或玩電玩的情況；研究者的處理方式是，只要屬於學生操作的時間，一定在行間巡視；若是進行教學則以廣播的模式處理學生的電腦，對於被電腦遮到的同學，請他們暫時站立聽課，講解時間通常不會太長，對學生而言，這種方式尚可接受。
2. 使用英文介面的軟體對同學而言，多少還是會造成困擾，若能將此介面中文化，應該是一個很值得推廣的教學軟體，當然，老師如何運用軟體教學，更是值得注意。讓學生主動學習，進行探究，可改進原本在課堂上的講述教學。
3. 若學校的電腦裝有還原卡及防火牆，每次上課前必須要先安裝軟體，老師最好能先會學生上網安裝，也可以由老師或交代小老師在上課前先安裝完畢，可以避免學生對安裝軟體反感。
4. 教師應善用教育專業來審視資訊科技的優點及限制，評估資訊科技

融入在教學活動的可行性，靈活使用各種多媒體軟體、簡報軟體、網頁軟體等來呈現教學內容，變化出更多元、活潑的教學方式來提升學生的學習動機。

三、評量工具的改進

有關本研究所使用之評量工具-「遺傳學學習成效測驗」，因非本研究之重點，加上時間的限制，未能建置其信效度，有待未來研究繼續發展。

四、下一年度的計畫方向

本次研究進行種植因各種因素(如時間、天災等)而導致只進行一個世代的種植，而且是第一次嘗試。在下一次的種植活動，應提早進行，同一組同學同時進行戶外的種植及室內的盆栽種植，如此，可以降低天災及假日無人照顧的困擾。另外，在種植過程中，除了讓學生自行摸索外，研究者應主動提供一些資料，可免除一些無謂的失敗，當然，學生也可以從失敗中獲得一些經驗，但容易讓學生失去信心及興趣。未來能將豌豆的種植融入自然課程得一些相關課程，如植物的感應、光合作用、生殖作用等，讓學生在整個學習過程中環繞著種植活動，有一個主軸，對學生的學習及科學態度的表現應有更明顯的改變。

有關電腦模擬實驗部分，學習單的設計應該更精進，在雜交實驗部份，應多給學生時間，並進行小組討論，再結合國內網站的動畫軟體，可以讓教材更豐富。

在下年度的教學中，預定於十月初進行種植活動，強調問題的發現與解決，並於十一月份融入科學史的教學，將孟德爾的故事帶入，強化學生的種

植意念。若種植順利，應可在一月份收成，避免寒假的空窗期。讓學生利用寒假，將種植報告完成，於第二學期開學繳交。進行遺傳學教學時，再以電腦模擬教學讓學生重新思考遺傳法則的意義。

五、結語

本研究透過豌豆種植結合資訊融入教學探討對遺傳學學習的助益，在成效上，因研究者本身的經驗尚嫌不足，無法有重大突破，期望這一小部分的結果是研究領域中的一塊磚石，可以作為後續研究者的參考，也能給自己和其他實際面對學生的教師們應用在教學規劃中。目前的速食文化，樣樣求快、求便利，學生對很多事務的觀察漸漸失去耐心，老師在教學中，應可評估校內情況，鼓勵有興趣的學生進行實作，一來可培養學生的觀察能力，二來也培養正確的科學態度，三來可讓學生能真的體認到科學之美、生命之美。