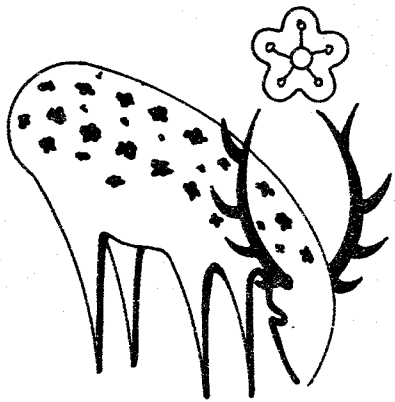




十月份 高中生物教室

楊榮祥 國立臺灣師範大學

上個月我們談過高中生物的課程目標，與教材內容結構。這個月我們來談一談「探討的學習活動」。

大約二十年前，全世界各地所掀起的所謂「科學教育改革運動」，創出許許多多新教材、新教法。尤其美國耗費幾百萬美元，以編寫一科中學科學教材，可以說是人類教育史上，空前的「教育投資」。這些科教改革運動（又稱革新、甚至革命運動），都由美國的科學家與大學的科學教育家所共同發動。也許他們認為亟需提高美國中小學科學教育的水準，以便「恢復」其世界科學的領導地位。因為當時（1958年）蘇俄搶先發射人造衛星成功地進入地球軌道，開拓人類科學史新的一頁，似乎大大地打擊了美國科學家的自尊心。二十年過去了，美國在太空科學上的成就，似乎已經又超越蘇俄，恢復其遙遙領先的地位。對於此項成就，二十年前的科學教育改革運動，究竟有多少貢獻？還沒有人能提出具體的根據來說明，但任何人却都能接受一點：那確是人類教育史上一大革新，使科學教育煥然一新。

1960年代的新教材，除了BSCS之外，還有PSSC(Physical Science Study Committee，物理科學研究會)，CHEM(Chemical Materials Study，化學教材研究會)，CBA(Chemical Bond Approach，化學鍵法)，E S C P(Earth Science Curriculum Project，地球科學課程計劃)，IPS(Introductory Physical Science，物理科學導論)與SSSP

(Secondary School Science Project，中等學校科學計劃)，等新教材，都有些共同的特點，其中有幾點就是本月份的話題。這些特點就是：

1 重視學生「發現式或探討式的實驗活動(discovery or inquiry laboratories)」。各科新教材中，都比以前有更多的實驗。這些實驗活動，都要由學生親自操作，以解決問題，而不是由教師提供權威性事實，要求學生無條件接受。

2 要求學生積極參與其學習活動。由教師中心的教學，改為學生活動為中心的學習。

3 許多實驗活動都是open-ended（開放的），鼓勵學生超越進修。

什麼是發現與探討？

1960年代的「新」教材都重視發現(discovery)與探討(inquiry)式的學習法。但這些都不是教育史上真正「新」的東西。早在二千多年以前，希臘的哲學家蘇格拉底(Socrates，470？～399 B.C.)，就用探問的方式(inquiry approach)，啟發學生的思想，讓他的學生自行尋找問題的答案。

但究竟什麼是「發現」？什麼是「探討」？有些教育家認為探討就是發現，不必區別，但也有些教育家認為這二者必須區別。

卓勃利治(Leslie W. Trowbridge，美國北科羅拉多州大學教授)認為：學生在參與活動

中，應能運用其智能（mental power），以「發現」某些概念（concept）或原理（principle）。例如，學生在運用顯微鏡的實驗活動中，先「形成」細胞的「概念」，經多次經驗之後，可能「發現」細胞必來自已生存的細胞這項「原理」。所以所謂的「發現式學習」法，要能使學生在適當的活動過程中，運用其智能過程，自行發現科學概念或科學原理。

學生能在活動中發現概念或原理之前，他必須先具備一些基本的科學技能（process skills），例如，觀察、分類、測量、預測、推理、運用數值、運用時間空間關係，甚至建立假說的能力。中小學最近的「新」教材，都安排許多此項發現活動，也都要學生自動地、積極地參與此項發現活動。

學生進入國中（初級中學）階段之後，根據瑞士的認知論心理學家皮亞傑（J. Piaget），大部份學生的認知結構都已進入「形式操作期（stage of formal operations）」，不但可以操作物體，還可以操作語文形式的抽象假設。所以學生可以開始嚐試進一步的「探討」活動。根據卓勃利治的理論，「探討學習」基於「發現式學習」，因為學生除了發現的技能以外，還要許多其他技能。在真正的探討活動中，學生要像專業科學家一樣地「從事」其研究活動，他要運用其科學技能以揭開自然現象中的秩序或相互關係。

探討活動中學生需要運用較複雜的智能或技能包括有：

1. 由自然現象找出「有意義」的問題（insightful questions）。
2. 形成問題。
3. 建立假說。
4. 設計實驗或建立研究計劃。
5. 進行實驗。
6. 處理實驗所得數據。
7. 解釋數據。
8. 發現新問題。

除了這些智能活動的技能之外，還需要正確

的「探討態度」，BSCS 所列舉探討態度含有：好奇心（curiosity），坦率（open-mindedness），真實（reality orientation），冒險（risk-taking），客觀（objectivity），精密（precision），信心（confidence），恒心（perseverance），滿足（satisfaction），尊重學理結構（respect for theoretical structure），負責（responsibility）與協力與合作（consensus and collaboration）等。

探討的心理學基礎

一般中學的老師都不明確區別「發現」與「探討」，結果都偏重於前者，而忽略後者。其實前面已述及，根據皮亞傑的認知發展理論，以及師大林清山的解釋，中學生已能做「假設演繹（hypothetical-deduction）」與「反省思考（reflexive thinking）」，學生的思考活動開始擺脫知覺的拘束，而能做較為抽象的思考與概念化的活動，能夠運用符號或其他象徵（symbols），便能進行有系統的，抽象的邏輯思考。其中最重要的特點就是：

1. 能像成人一樣「反省思考」。他能回顧其過去所思考的事物，並予以評鑑。例如，檢討自己所做過的實驗，評論其得失，以改進實驗。

2. 能根據假說進行演繹推理。例如，能根據所觀察，建立假說，並根據假說做推論，「如果……的話，那麼應該……」。這就是所謂的若則邏輯（if……, then logic）。然後就根據推論進行實驗，根據其結果，以支持假說，或修改假說，甚至推翻假說另行建立新假說。

3. 能進行控制變因的實驗。任何實驗都必須控制好所有的變因，以便觀察其所假說的真實性。中學的學生應能訓練此項能力，他們應能指出科學家所設計之實驗中的「對照組」，也應能為自己推論，而設計對照實驗，也應有能力根據其實驗目的控制好實驗中所有的變因。

4. 能在一個現象中有系統地指出各種不同的

所有組合，例如，對於DNA的構造，學生能瞭解四種嘧啶與嘌呤的組合與胺基酸的組成之間的關係，以及各種不同蛋白質的合成原理，也能說明「遺傳的三密碼(triplet)」。

5. 能進行命題操作。例如，在探討影響豆子生長的變因時，能將「連言概念(是溫度與光?)」、「選言概念(是溫度?還是光?)」、「否定概念(不是溫度、也不是光?)」以及隱含概念(不是溫度，也不是光，是水嗎?)等不同的命題加以組合，以探討真正影響豆子生長的變因是什麼。

總之高中學生的認知結構，早已進入形式操作期，應能運用語言符號進行抽象思考，邏輯思考與分析綜合，甚至運用抽象的假說來探討問題，或解決問題。老師應為學生提供充分的機會，讓學生參與探討活動。

BSCS的探討訓練

BSCS 的學者們認為學生應該有能力探討各種科學問題。探討的科學教育應該能讓學生體會下列各項概念：

- 1 科學的知識都由數據的解釋而獲得。
- 2 科學的概念與假說，都會隨著知識的進步而變化，連所收集的數據，也都會改變其解釋。
- 3 學說與觀念都會變化，科學的知識也會變化。
- 4 雖然科學知識都可能發生變化，但知識的變化，都有其正當的理由，並非任意變化。正因為知道的愈多，愈深，知識會愈發達，變化更是不可避免的。但教師應特別注意：不要讓學生以為「現在的知識都將會改變，那麼現在的這些知識都是錯誤的，學它做什麼用?」。教師要讓學生了解，雖然現在的知識，將來都可能改變，但，現在的這些知識，也是根據當前最新、最有力的數據與概念所建立的，在現階段中，那是最可信、最合理、也是最有用的知識。

為使學生真正體驗上述的概念，BSCS 編有「探討的邀請(Invitations to Inquiry)」

，提示探討的實例，「邀請」學生參與探討活動。探討活動共有 45 個，分為 5 羣。每一項探討活動，都有一個主題，也有一個探討技能目標，由簡而繁，由單純而複雜，按部就班地發展學生探討科學的能力。

下面就是第一羣的探討活動一覽表，希望讀者能窺見 BSCS「探討的邀請」的大概內容。這一羣主要的探討目標為「單純的探討」，包含：一般知識的本質與功能，數據，實驗，控制變因，假說，以及探討科學的問題等。共有 16 項探討活動屬於第一羣，這些活動的「主題」與「探討技能目標」如下：

(探討活動)	(主 題)	(探討技能目標)
1	細胞核(1)	單純數據的解釋
2	細胞核(2)	變異數據的解釋
3	種子的萌發	數據的錯誤解釋
4	植物生理	複雜數據的解釋
[摘要 I，一般知識與數據]		
5	一般測量	系統誤差與隨機誤差
6	植物的營養(1)	實驗設計
7	植物的營養(2)	實驗中的變因控制
8	捕食者與被食者—自然族羣	「次佳」數據
9	族羣的生長	取樣的問題
10	環境與疾病	假說的知識
11	光與植物的生長	建立假說
12	維生素缺乏症	「若則」邏輯分析
13	天擇	演練假說
[摘要 II，假說的功能]		
14	生長激素與植物的運動	假說：反常的解釋
15	心臟的神經荷爾蒙	科學問題的發端
16	盤尼西林的發現	探討中的「意外」

每一個月的「高中生物教室」將從這些探討活動中，選擇1~2個範例，以配合各高中一年級的實際教學進度，希望各位生物老師能試用。（九月份已選登探討1與2，以及摘要I，一般知識與數據）

探討學習的功能

BSCS的「探討的邀請」，並非唯一的探討學習法。有經驗的教師都應能為學生安排其適當的探討科學的活動。事實上，現代化的教材，都配合「探討」的學習活動而編寫，教師不能不知用探討的方式來進行其教學活動。除了上面所提及各項理由之外，為什麼要以探討的方式來教學，還有如下各點理由：

1 探討的學習活動能使教學活動（「教」與「學」的活動）成為真正「學生中心（student centered）」的活動。所謂「學生參與愈多，學習效果愈高（The greater student involvement, the greater the learning）」。

以往的「老師講—學生聽」的教學中，學生毫無參與的餘地，他們只有靜聽。新的學習要求學生積極參與探討活動，因為這樣，每個學生才能互相貢獻，每個學生都可能成為，「有功能的人」。在探討活動中，學生不單能發現新的概念，學到新的原理，還能學到「自我領導」，「責任觀念」，「思想溝通」等各項技能。在「教師中心」的教學過程中，學生除了接受知識以外，幾乎什麼都學不到。

2 探討的學習活動能使學生建立其「自我概念」（Self concept）具有自我概念的人，是心理穩定的人，他能處於新的經驗，他敢參與也敢探險，他能忍受一時的挫折，他較有創造能力，而他的心理狀態通常都是健康的。探討活動，「邀請」每一個學生都積極參與活動，使每一個學生都有見解，也有機會使他發展其自我概念。

3 探討的學習活動能提高學生的「期望水準」（expectancy level），也就是能使學生相信，他能自力完成他所應做每一件事。通過其「發現」或「探討」的經驗，他能獨立思想，能單獨解決問題。

4 探討的學習法，使教學超越「語文階層」。因為探討的教學強調學生在活動中，由自然的環境中學習。

5 探討的學習活動，使學生由充分的時間以同化或適應新的知識與資料。在教師為中心的教學活動中，教師似乎都在「趕進度」，從不讓學生有充分的時間去做「反省思考」。皮亞傑認為：「除非學生能將新知識或資料同化，或適應於其原有的知識基礎，學生將不會得到真正的學習效果」。

關於「探討」這一個月談到這裡為止，下個月我們再繼續討論。

十月份教材討論

第四章 細胞的生理作用

一、教學目標：

細胞為生物體的基本構造單位，也是基本的生理單位。本章以細胞的生理作用為題，其實是要學生由細胞的微細構造來了解生命體最基本的三種生理現象。所以本章最主要的一般目標應為：

1 瞭解酵素的特性，以及其對於生物生存的意義。

2 瞭解細胞膜的特性，以及其對於生物生存的意義。

3 瞭解ATP的特性，以及其對於生物生存的意義。

關於酵素、細胞膜及ATP的特性，各書局的課本中均有詳細的記載。如果教師要求學生照書記憶，大部份學生也應能「勝任愉快」，但這種記憶，對於學生毫無意義，因為其「持留性（retention）」與「轉移價值（transfer value）」均不大，學生容易遺忘，也沒有辦法運用（應用於別的情況）。

這三種基本的生理現象，能說明生命體的特徵：

- 1 生命體能同化由體外所取入之物質為體質。
- 2 體質均為生物體的構成物質，也為生物體

生活的能源。

3. 上述生理作用中，細胞內的酵素、ATP 以及細胞膜均扮演重要的角色。

所以學生學過本章之後，應能運用酵素、細胞膜及 ATP 的特性，以說明後面各章所處理之各項生命現象。

二、學習指導要項：

現代化的科學教育，都要求學生由經驗、實際操作的過程，或探討的過程來學習。本章所討論的酵素、細胞的微細構造，以及 ATP 等教材亦然。

關於酵素部分，按課程標準，在高一實驗教材中，並未列此項實驗，市面上十一個書局所發行的實驗本中，也都沒有。在高三的選修教材中，則有「酵素的作用及活細胞內的一種酵素」的實驗教材。再看課程標準中高一的教材大綱。此地書明 1 酵素的性質與作用（只作最簡要的說明）高三的有關教材則有：一、酵素及其作用方式，二、水解，三、氧化還原作用。其實，無論高三高一的教材，這些教材原來都是 BSCS 黃版本的第六章細胞的生理裡面的教材。美國的學生在高一學此教材，我國學生則要分成兩部，一部份在高一先作「最簡要的說明」，在高二學過化學之後，才「正式」學習酵素及其作用方式、水解、以及細胞內的氧化還原。

這種課程安排是否妥當？本教室暫不做評論，只希望各位生物老師把握科學教育的真正目標，啟發學生思想，讓他們能以探討的方式來學習生物科學。例如，將排在高三用過氧化氫酶的實驗，因手續簡單費時不多，大可以讓高一學生由操作中學習課本中所「簡要說明」的酵素特性。

關於酵素的作用部分，學生對於「水解（hydrolysis）」或「弱鍵」所學不多，各書局課本都用「模型」來說明，實不失為良策。但仍然要注意學生是否能理解這種模型所代表的實體是什麼？

關於細胞內微細構造部分，課程標準的規定也是「簡單說明」，但要指明：甲、細胞壁維持

細胞的形狀與供給支持力；乙、細胞膜限制物質的出入；丙、核糖體製造蛋白質；丁、葉綠素營光合作用；戊、高氏體分泌作用；己、細胞核控制代謝與遺傳等。

每一項功能都將在後面各章要再提，或再發展，尤其細胞膜的「差異通透性」是許多生理現象，例如，根毛的吸收作用，輸送作用，體內恒定性，排泄作用等現象說明的基礎。其理論基礎，如熱分子運動，或勃朗氏運動與擴散作用，學生應有機會親自操作以了解，但「通過一層膜的擴散作用」這項實驗，也排在高三。其實學生在國中的時候都做過類似的實驗（國中課本上册第四章實驗 4—3，澱粉還是糖能進出細胞與實驗 4—4，浸過豆的水和澱粉），教師可以用示範實驗或其他方式幫學生複習，以啟發學生思想，應該用探討的方式來學科學，而不要讓學生只顧記憶書本上的知識。

BSCS 原書建議不要用「滲透（osmosis）」這個名詞，BSCS 認為這是「水分子通過一層膜的擴散作用（diffusion through a membrane）」，滲透一名詞除了增加學生的字彙之外並無意義，反而使學生弄糊塗。

關於粒線體、ATP 與能量的釋放，也都變成高三的教材，也就是學過高二化學之後的教材。那麼在高一的這些教材如何處理？既然不能用「化學」來瞭解（或謂探討）這些現象，教師也覺得只有「儘量說明」，先給他們有個「概念（意為大概的觀念，不是 concept）」就好了。各書局各版本均有 ATP 分子構造的模式圖，或能量轉移循環的模式圖，應能讓學生對於 ATP 有個初步的瞭解。但教師宜再努力讓學生能應用這些「模式圖」去了解現象。因為科學的探討過程中，有許多現象要藉「模型」來探討，學生應能運用模型，也要能建立模型。

總之，高一教材的這一章是「不完整」的一章。高一高三的教材均取材美國 BSCS 的黃版本第六章，都要分成兩年來教，高一、高三各有其不同的學習程度，應如何處理？恐怕要仰賴生物老師，運用探討學習的原理來各自發揮了。

三、參考資料：

1 參考書刊。

◎ Holter, H. 1961. "How Things get into Cells (物質如何進入細胞內)", Scientific American, 205 [3] 167

◎ Lehninger, A. 1960. "Energy Transformation in the Cell (細胞內能量的轉移)", Scientific American, 202 [5] 102

◎ Lehninger, A. 1961. "How Cells Transform Energy (細胞如何轉移能量)", Scientific American, 205 [3] 62

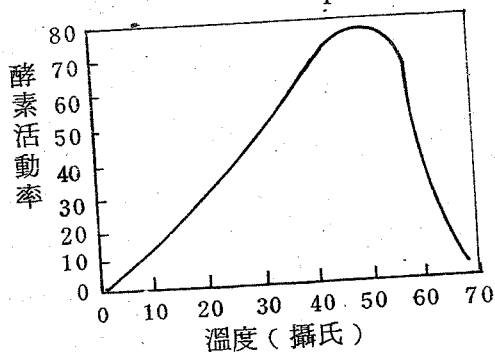
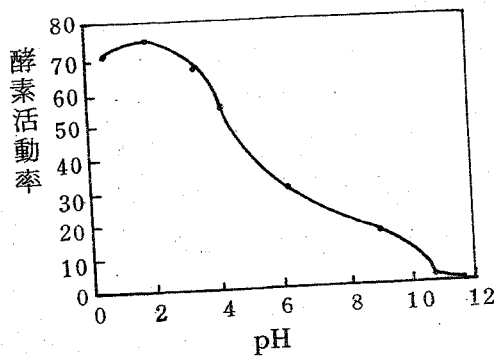
◎ Robertson, J.D. 1962. "The Membrane of the Living Cell (生活細胞的細胞膜)", Scientific American, 206 [4] 64

四、評量範例：

1 取一滴蛙的血液滴在載玻片上，再加一滴「水」，蓋上蓋玻片，用顯微鏡觀察，結果看見所有的紅血球都慢慢地膨脹，最後都破裂。可能原因就是因為：

- A、加了蒸餾水
- B、加了鹽分太高的水
- C、加水太快所致
- D、這些紅血球是死的

2 試觀察下二圖答下面3題：



A、酸性環境

B、鹼性環境

C、中性環境

D、無法判斷

2-2 這種酵素活動最合適的溫度範圍是：

A、10 ~ 20°C

B、20 ~ 30°C

C、30 ~ 40°C

D、40 ~ 50°C

2-3 這二圖表所提供的資料：

A、能適用於任何種類的酵素

B、不能適用於任何其他酵素

C、可能適用於其他種類的酵素

D、能適用於所有生命的生理作用

3 科學家發現有一種毒素，能阻擾生物體的蛋白質合成功能。這種毒素的作用對象應為——

A、細胞質

B、中心體

C、核醣體

D、液泡

4 有一種疾病使生物產生不正常的粒線體，結果可能影響細胞

A、分裂的功能

B、合成蛋白質的功能

C、吸收營養的功能

D、供應能量的功能

第五章 細胞與個體的生殖

一、教學目標

這一章在細胞的「等級」論生命遺傳的延續 (genetic continuity of life)。這是 BSCS 所歸納生物學九大概念的第三個概念。這也是後面各章中有關生殖，遺傳及演化教材的基礎。

細胞不單是生物體構造與生理的基本單位，也可以說是生命遺傳延續性的基本單位。因此在本章討論細胞有絲分裂與減數分裂時，宜注意其教學目標不僅是「瞭解有絲分裂與減數分裂的過程」而已，而更重要的是「學生是否能由有絲分

裂與減數分裂的過程，說明生命遺傳的延續性」。色，28分鐘，師大生物系。

二、學習指導要項：

BSCS以及現代化的科學教材都一再地強調，要學生瞭解科學知識均經由觀察所得數據之解釋而來，而極力反對教學生無條件地接受「科學家研究的成果」。關於細胞有絲分裂中染色體的複製及減數分裂過程，佛萊民與外士曼所做的觀察、假說與推論，均不可草率處理。我們希望學生們能了解過去的科學家發現科學知識的過程，討論他們如何組織問題，如何觀察，怎樣建立假說，怎樣推理……等。

關於有絲分裂過程的了解，當然最多用影片來教學。學生可以直接看到細胞分裂過程中染色體的行為。如果借不到影片，至少也要讓學生看看顯微標本，如洋葱根尖封腊的顯微永久標本；或用指壓法，以醋酸洋紅溶液染色的臨時標本都好，總要讓學生能看到細胞分裂過程中不同階段的細胞。儘管BSCS與我們的課程標準都敘明「不必列出分裂前期、中期、後期及末期等名詞」，但如果老師認為方便，運用這些名詞來記錄或說明倒也無妨。

此外，本章中有很多術語，例如，著絲點，有絲分裂器，DNA，單倍體，二倍體，同源染色體，染色分體，聯會等等。希望不要只說明其定義就了事。最好要求學生在討論中，在觀察中，或在記錄中，鼓勵學生多運用這些名詞，只要多接觸，學生一定能把握其真義，進而同化成為他們自己的知識。

三、參考資料：

1 書刊：

◎ Mazia, D. 1953. "Cell Division (細胞分裂)" Scientific American 189[2] 53

◎ Mazia, D. 1961. "How Cells Divide (細胞如何分裂)"，Sci. Am. 205 [100] 3

2 影片：

◎ Cell Reproduction (細胞生殖)，彩

四、評量範例：

1 細胞的基本功能就是自我生殖與釋放能量，細胞中那些物質或物體與這些功能有關？

解答代號：A、自我生殖

B、釋放能量

C、以上兩者均有關係

D、都沒有關係

1—1 () DNA

1—2 () ATP

1—3 () 葉綠體

1—4 () 粒線體

1—5 () 染色體

2 玉米的細胞中，都含有 20 個染色體。玉米花粉中雄性生殖細胞內的染色體數應為——

A、10

B、20

C、40

D、不一定

第六章 生命的起源

一、教學目標：

第六章再度提出「生命是什麼？」這個問題。但這一章仍然不能給大家都「滿意」的答案。其實這個問題的探討，並非這一章唯一的主要教學目標。無論生源論者或無生源論者，由瑞迪、喬伯羅、尼丹、司巴蘭贊尼、蒲歇、巴士德以及現代的科學家尤里、米勒、福克斯與卡爾文，我們應該要學生能討論其實驗過程，例如，他們根據什麼觀察？如何建立假說？如何推論？如何控制變因以驗證假說？或如何設計實驗？同時評論他們的「問題」。如是，我們才能使學生以探討的方式來學習。如果教師僅要求學生強記這些科學家每一個人個別的實驗「過程」或「結果」，那全是無意義的事。

二、學習指導要項：

根據上段所敘述之目標，本章應以討論方式

來進行學習活動。第三節古代的生物，也要著重在我們先討論植物界的歧異。

「根據什麼資料，怎樣推理過去有過什麼生物？」

本章學習目標與學習指導要項，應與第三章者相似，請翻閱上一期第48~49頁。

三、參考資料：

◎ BSCS Teachers' Handbook (BSCS 生物教師手冊) 第六章 Discussion in the Teaching of BSCS Biology (BSCS 生物學的討論法), John Wiley and Sons, Inc, New York, 1963.

四、評量範例：

1 瑞迪將獸肉分置數瓶，有些加封，另一些則瓶口開放。放置數日以觀察是否長蛆，瑞迪將所觀察記錄下來，這項記錄就是——

- A、假說 B、假定
- C、數據 D、實驗

2 「在某種特定的環境條件下，生物可能自然發生」，這一項敘述就是——

- A、假說 B、事實
- C、數據 D、學說

3 到目前為止，還沒有人能夠在實驗室內，用物理或化學的方法，製造出活的生物體或活的細胞，這項事實可以支持下面那一個學說？

- A、人類就是其環境的產物
- B、所有的細胞來自已生存的細胞
- C、細胞就是生物體基本構造與生理單位
- D、人類永遠無法創出人造的生物。

第八章 植物界的分類

(第七章保留下次研討)

一、教學目標：

第七章是濾過性毒為研討方便，我們先討論第八章植物界的分類。

高中生物課本都將第一章到第七章歸屬於第一篇生物的通論，第二篇是第八章~廿九章，為生物的歧異，其中第八章~十九章為植物界。現

在我們先討論植物界的歧異。

BSCS所列出之生物學九大概念的第一個就是「生物隨著時間而演化」。生物演化的結果就是現在大家所看見的這些形形色色多彩多姿的生物世界，這就是生物的歧異 (diversity of life)。

本章分為二部，一為分類的方法，別一則為植物分類大綱，無論那一部我們要學生學到的是分類的意義與方法，而不是許多名詞 (包括學名) 以及形態特徵的單純記憶。

二、學習指導要項：

1 關於分類的意義與方法部分：學生在國中一年級的時候已學過「學名」，也學過「種的定義」與「分類的階層」，更也試用過簡單的「檢索表」。高中一年級課本中，並沒有什麼特別「加深」或「補充」的教材。但，教師仍然要注意學生是否已具備正確的有關分類的概念。常聽些學生說：「這兩種生物不能互相交配，因為牠們不屬同一物種」。請注意幾個重要的科學概念：①生物隨著時間的演化而歧異，②歧異的發生與環境有關，③不同的環境中發展不同的歧異，④物種的認定仍是人為的。物種的定義也是人為的。因為這兩種生物不能在自然狀態下交配而生育健康的後代，所以我們把牠們分做兩個物種，「算」牠們不同種。並不是這兩種生物「知道」牠們不同種，就不互相交配。

2 關於重要的植物門類部分：植物分類方法並不只一種，各書局版本均遵照課程標準所指定者編定，所以都一樣，可是這一部分確實令高一師生都頭痛的教材。教材共分十二門，維管束植物門下分四個亞門；真蕨亞門下分三綱；被子植物門下再分二亞綱。雖然都是「重要」的門類，用篇幅及教學時數所限，課本裡只能各列若干特徵與例子，並附一些圖 (多為黑白圖片，彩色者不多)。

本章並不能要求學生死記這些生物各門綱的特徵，要能「認識」才可以。可是態度做法？學習最好的方法就是「親自體驗」，在前已論及。所以帶學生「採集標本」並「鑑定標本」是為上

策。但事實上由於時間以及其他客觀條件不容許老師安排充分的野外實習時間。但仍可由老師先行採集，在實驗室內指導學生觀察或鑑定，也不失良策；放映幻燈片由老師詳加說明，還可算「中策」；但要學生背書就為「下下策」。

三、參考資料：

下列各書刊有助老師帶學生採集標本或野外實習。

◎許建昌，民國 64 年，台灣常見植物圖鑑
Ⅰ——庭園路旁耕地的花草，台灣省教育會印行。

◎許建昌，民國 64 年，台灣常見植物圖鑑
Ⅱ——台灣的禾草，台灣省教育會印行。

◎胡敬華，民國 52 年，論季風與台灣海岸植被之關係，科學教育第九卷第九期。

◎郭長生，民國 64 年，北海一週植物漫談，台灣省立基院高中編印，生物科實驗教學研習會專輯。

◎楊榮祥，民國 64 年，船帆石附近熱帶漂流林生態調查報告，台灣省立前鎮高中生物科鄉土教材研究中心編印，高中生物教師生態研習會專刊第一輯。

◎郭長生，民國 66 年，風飛沙地區沙地植物生態調查師大科教中心編印，科學教育月刊第七期 P.48～52。

◎何耀坤，民國 66 年，關子嶺溪流的生態調查，師大科教中心編印，科學教育月刊第七期 P.53～56。

◎楊榮祥、陳章波、戴志遠、陳清德、周國綱、蔣德勉、楊良平，民國 57 年，台灣及其鄰近地區蕨類諸屬之檢索表，省立新竹高中科教實驗中心編印。

◎許建昌，民國 60 年，玉山、阿里山地區之高山植物，省立新竹高中科教實驗中心編印，高山植物研討會特刊 P.2～14。

◎謝萬權，台灣高山蕨類植物，同上，
P.15～19。

◎郭長生，台灣的高山莎草植物，同上，

P.20～28。

◎許建昌，台灣的高山禾草，同上，P.32～58。

四、評量範例：

1 當生物學家分類生物時，常要尋找牠們之間共同的特徵，因為這些特徵比較容易觀察，而

且

A、能推論其已絕滅始祖的特徵

B、能判斷其是否來自共同的始祖

C、能證明由單純的形態演化而來

D、能找出其演化的原因

2 關於高等植物的分類，通常都以下列何者為主要分類依據？

A、地理上分佈狀態

B、體型大小與色彩

C、生殖器官的分化情形

D、根莖葉的形態變化情形

3 實物鑑定——由老師採集常見，且各門網特徵明顯的各種植物約 10～20 種，編號後，讓學生按書上分類系統來分類，並將各標本的編號填入答案卡各（ ）內：

（答案卡）：一例

（ ）1 細菌門 （ ）2 藍綠藻門

（ ）3 黏菌門 （ ）4 裸藻門

（ ）5 綠藻門 （ ）6 金黃藻門

（ ）7 甲藻門 （ ）8 褐藻門

（ ）9 紅藻門 （ ）10 真菌門

（ ）11 蘚苔門

12 維管束植物門

（ ） 裸蕨亞門

（ ） 木蕨亞門

（ ） 石松亞門

真蕨亞門

（ ） 真蕨綱

（ ） 裸子植物綱

被子植物綱

（ ） 雙子葉植物亞綱

（ ） 單子葉植物亞綱