

●●●● 新國中生物課程教材預報 ●●●●

—一本中心生物教育研究室—

本校接受教育部委託，在六十三年四月成立「國民中學科學課程實驗研究委員會」，研究並編製國民中學新的科學課程教材。第一階段(63年4月至64年6月)的研究內容為世界各國初中科學課程及教材，以及其發展趨勢，第二階段(64年7月至66年6月)為新課程的編製及初步試用，均已分別在本中心以及幾所實驗國中，按計劃順利完成，或已接近完成。

根據實驗研究計劃進度表，將自本(66)學年度，在十所實驗國中一年級起，開始試教國中生生物的新課程教材，然後陸續試教其他各科。試教期間預定為三年。我們亟希望經三年的試用及反覆修定之後，能編出確實適合我國國情，符合我們的教育宗旨，並順應世界科學教育潮流的新國中科學課程教材。

生物課程將由今夏開始試用，茲利用科教月刊，先做簡略的內容預報，提供科教界各位先進同仁參考，以便日後大家同舟共濟，各盡所能互相貢獻，為我們下一代的教育共同努力。

壹、新國中生物課程的基本概念

一、科學教育的革新

談到科學教育的革新，事實上就是下面四項革新：

1. 科學教育目標的革新。
2. 科學教育內容的革新。
3. 科學教學方法的革新。
4. 科學教育成就評量方法的革新。

就國中階段的科學教育來說，科學教育的主要目的，並不在於培養未來的科學家。當然，在班上幾十個學生之間，也許會有像丁肇中那樣將來的諾貝爾獎得主。但事實上絕大多數的學生，在國中畢業之後，都要各奔前程，成為專業科學家的人，究竟還是少數。所以教師一面要注意發掘那些科學天才，使他能充分發展其潛能之外，主要的教育目標還是應該放在培養具有「科學素養」的未來公民上面。無論他們將來在社會上從事何種行業，科學素養就是現代化社會的公民，所不可缺少的修養。

所謂具有科學素養的人：

1. 了解科學知識的本質。
2. 能運用適當的科學概念、原理、法則以及科學理論於日常生活之中。
3. 能運用科學方法，以解決日常生活中所遭遇到的問題。
4. 具有科學的價值判斷基準，並能運用這基準。
5. 能了解，也能欣賞科技的成就，以及對於社會的影響。
6. 喜愛科學，尊重事實，對於科學具有興趣與信心。

7. 為科技（科學與技術）之發展，能繼續不斷地演練新的操作技巧。

在國中階段應該教什麼？要學生學什麼？這是教育內容的老問題。過去的科學教育，都以科學家所創的理論與法則為唯一的教材內容，教師只管設法使學生了解與記憶就可以了。換句話說，過去的科學觀，認為科學家所創立的自然科學理論與法則，都是永恒不可改變的真理。

自從 20 世紀以後，科學與科技的突飛猛進，使自然科學的研究成果猶如爆炸式的增加，再也不能像過去一樣，將全部科學新知納入課本，讓學生去了解、記憶。新的科學教育要先選擇最基本、最主要的概念，加以精選、結構化，並據以發展適當的教材，以符合人類科技及社會進步的潮流。

人類的科學觀並非一成不改永恒不變。過去的科學成果，並非絕對的真理。自然科學的概念體系都可能改變，過去認為對的理論，常因新的發現（新的科學成果），而被修改，甚至被推翻而捨棄。所以在現代的科學觀來看，科學本身就是一種不斷地追究改變的探討過程。

根據新的科學教育目標及內容，教師的教學及評量方法，當然也必須跟著改革。過去的教學，都重視課本內容，或謂課本中所敘述的科學成

果，為唯一的教材，要求學生了解它、記憶它，並且，以其了解的程度，記憶的完善性與持久性為唯一的評量依據。這一種「課本為中心」或「科學成果（知識）為中心」的科學教育，根本就無法適應現代化社會的需要。新的教學方法，將以「學生的探討活動為中心」取代「課本內容為中心」的教學，以「探討過程為中心」取代「科學成果為中心」。關於學習成就之評量，也將改以學生的探討過程能力為主要的評量方法。

二、基本科學概念

關於國中階段的科學教育基本概念的選擇，見仁見智各有各的看法，並沒有定論，但沒有人會反對以「物質」的概念與「能量」的概念為自然科學的兩大基本概念。就在國中階段，無論物理、化學、生物或地球科學，物質與能量的概念，事實上就是瞭解自然科學最有效的鑰匙。

在生物的領域，以這兩大基本概念為基礎，再發展出三個基本概念。這就是由三個「軸」，即物質軸、空間軸及時間軸，來共同支撐的三個基本概念。

第一個基本概念：「生物世界就是一種維持着動態平衡的能量轉移系統」。綠色植物的葉綠素吸收陽光的能量，製造有機營養分，不單為個體供應維持生命的能量，還經過食物網，在整個生態系中運轉。在這能量轉移系統中，物質也隨著轉移，在生命世界中，構成一種動態的平衡狀態。

第二個基本概念：「生物個體就是一種自動調節系統」。生物個體受環境之支配，而具有其特殊的形態結構，體內具有各種酵素與激素，共同維持着內部物質代謝，能量轉移系統的平衡與恒定。同時還具有適當的結構，能偵知外界的變化，感覺並統整刺激以反應，以求個體生存。

第三個概念：「生物就是一種個體複製系統，以維持種族生命，且能隨著時間與空間的

變化而改變」。生物具有DNA、RNA等遺傳物質，可以將性狀經由減數分裂、受精作用，由染色體傳達後代。由於環境變遷，生物遺傳物質的變異，生物性狀在天擇的力量之下，也隨着時間而演化，而產生這些形形色色的生物世界。

這些基本概念就是國中生物各單元重要概念的基礎。但這些概念並不是要列出來讓國中學生來了解、記憶。我們選擇適當的教材與教學方法，一面要學生模倣科學家，在教師協助之下，自行探討以發現這些概念。如果時間在所不許，至少也要讓學生了解這些概念的來源。

三、探討過程技能之培養

關於物質與能量的概念，都屬於認知的概念，稱為「實體概念」。另外，也有人認為探討科學的過程，即觀察、測量、分類、運用時間空間關係、運用數值、傳達、預測、推論、記錄、設定假說、建立模型、控制變因、解釋數據及實驗等過程，也應該列入基本概念，另外稱此為「方法概念」。

無論如何稱呼，或如何歸類，在科學教育中，探討科學的技能訓練是重要的一環，自不必再多言。但應如何實施這種探討的學習活動？

常聽見國中教師埋怨說：讓學生分組實驗是很好的一件事情，學生們都很感興趣，可是時間拖得太多，趕不上進度。這幾位教師還表示：如果由老師示範實驗，再講解給學生聽，不單時間上經濟，學生還可以學得多一些。

當然，生物科學的內容概念為數甚多，如果都要給學生經由探討過程，由學生自行「發現」，時間上實在不容許。同時在國中階段的科學教材中，也有許多概念，在學理上不可能由學生在探討活動中自行發現。這就是科學家的探討活動與學生的探討活動所不同的地方。學生的探討活動中，確實需要教師的幫助，也需要教師做適當的講解活動。所以在國中階段的科學教育中，我

們必須把握各單元教材的探討重點，要切實研討教材內容，固然不可能要求學生從頭到尾以探討的方式，來自行發現概念，更不能完全由教師講解給學生聆聽、記憶。

無論如何，國中階段的科學教育應重視探討過程技能的訓練。那麼應如何實施？

1. 確定學習行為目標

「學習」就是行為的改變過程，所謂教育目標，就是教師所預期的行為改變，也就是學習活動之後，據以評量學習成就的基準。但，過去的教學目標都以「灌輸……的知識」「培養……能力」「使學生了解……」「使學生體會……」等方式來敘寫。從這樣的教習「目標」，實在無法知道教師所期望真正的教學效果。教師究竟要怎樣判斷學生們是否「瞭解了」？「體會到了」？或「培養了」？這些「目標」只表示了教學過程或教師活動，而不是學生的學習成果，更不能據以評量學習成就。

目標之敘述，必須具體地表達其具體、可觀察、可測定或可評量的學習行為表現。例如「學生將能區別……」「能運用……以說明……」「能根據……以分類……」「能指出……以設立……」「能根據……以評論……」等，要能明白敘述教師所期望的學習「行為」是什麼？這項行為的「產物」是什麼？在什麼「情境」下完成這項行為？用以評定學習成功的「基準」是什麼？等等。

學生經過探討的學習過程之後，能發現或理解多少基本概念，並不是很重要的目標。是否能得到探討科學的「過程技能」？才是重要的目標。各單元教材，均可為發展某項過程技能之素材，教師應研判教材，找到對於自己的學生最適合的行為目標。

2. 確定探討的重點

有些單元教材適合整個探討過程之訓練，但通常因時間上的原因不可能這樣做。每一個單元

教材的探討活動，均能找得到其重點。有些單元適合於發展學生觀察能力，有些教材適合於發展解釋數據的能力，還有些教材適合於學生發揮其創造能力，設計實驗。

但無論那一個單元或那一項探討活動，當教師認為學生在科學概念上，需要教師講解或說明才能進行，或展開探討活動時，應該事先在學習活動過程中，做適當的安排。如果本項探討活動需要某些學理知識或基本概念，教師可在探討活動之前，適當安排講解的時間；如果為更有效發展探討活動，需要某些資料或學理知識時，教師宜隨時提供，如果探討的結果本身還需要學理上進一步的講解，教師宜在適當安排下進行解釋，使學生能充分發展其探討的成果。

但無論如何，學生的探討活動應重於教師的講解活動。在現代化的科學教室中，學生活動要多於教師活動。教師為中心的教學型態，要早日更換成為學生為中心的學習活動。

3. 輔導與迴饋

過去的教育，都在教師精心安排下，按部就班地，一步一步順序進行，達到全班一致的教學「效果」。在這種教學過程，沒有任何使學生感覺困擾的東西，觀察與實驗，也都選擇「結果明顯」「絕對正確無誤」的材料，完全重視科學「成果」的教學活動。

反之，在探討的學習過程中，學生都會遭遇到其個別的困難，探討的結果，也時常頗多變異，所謂的 Open-ended（開放的結果）。所以教師應能預測在探討過程中的困難，事先考慮應如何幫助學生；也應事先設計如何輔導探討的結果。例如，讓學生「集體思考（討論）」，以促使學生們互相貢獻，互相輔導。教師就在整個探討活動中，扮演班級內這種「輔導」與「迴饋」作用的媒介。教師不必「苦口婆心」甚至「嘮嘮叨叨」地規定要這樣那樣，教師要尊重學生的自主活動，幫助學生在活動中自行發現才對。

4. 決定學習型態與方法

即使教師要「講解」，也要盡量避免「師講生聽」式的落伍型態。至少也要運用一些輔助教具，例如，OHP（反射投影器）、幻燈機、電影、錄影機、模型、標本或掛圖，亦隨時要求學生參與學習活動，譬如，以問答、討論或辯論等方式。教師的講解必須富於啟發性，不可以權威事實為唯一的內容，要求學生「無條件接受」。

但無論如何，這種講解活動要愈少愈好，要盡量讓學生積極參與學習活動，在活動當中學習自行發現科學概念。個別學習、個別實驗、分組實驗、小組活動、小組討論、班級討論等，均為值得考慮妥善安排的學習型態。其他又如實驗活動的分組，固然各組學生人數不宜過多，但不一定每一項實驗活動，都要由固定的二個學生來進行，有些實驗活動可能需要多一些人手，以便分工合作提高探討工作的效率。

5. 考慮探討活動的深度

學生的探討活動，可分為三種不同深度的階層。第一個階層（最淺），由教師提示問題，也提供解決問題所需之操作方法與步驟，讓學生照做以發現概念。第二個階層（中度），由教師提示問題，但要由學生自行規劃解決問題的步驟與方法。第三個階層（最深），只給資料要由學生自行發掘問題，親自規劃解決問題，以發現新知。

我們不能要求國中一年級的學生，一開始就能採用第三個階層的方法，應該由第一個階層開始，慢慢培養其探討能力才對。如果學生都能夠用第三個階層的方法，以探討科學，當然最好不過，但事實上不可能全班學生都能有此成就，通常只能期望於很少數的學生，譬如「科學研究社」的社員學生，在課外研習活動中，發揮此項探討過程的能力。

6. 學習成就之評量

我們在教學之前，研討學習行為目標，也根

據行為目標設計教學過程。但應如何評量學生的成就？

如果以認知行為做為評量的唯一依據，那麼原先所做的任何的探討活動，將都成為毫無意義的活動。當然誰都知道學習行為目標就是評量的依據，因為行為目標敘述了具體可觀察、可評量的學習行為表現，或謂學習效果。但，如何設計評量的「工具」，却是個需要磨練或研究的「技術」問題。

無論學期成績或學年、畢業成績，目前各級學校學生成就評量的依據，似乎都以「筆試」為主。就算筆試為唯一合理、合法的評量方式，也應考究其內容，除了評量其記憶知識方面的成就以外，應設法評量其是否能理解、應用、分析、綜合及評鑑所學的知識，也應設法評量其觀察、分類、數值運用、時間空間關係運用、推理、設立假說、解釋數據、設計規劃實驗等過程技能方面的成就。

筆試固然方便可靠，但其他方式的評量，包括客觀與主觀的評量，也都應該考慮合用。譬如，在學過「細胞分裂」的單元之後，拿別的材料給學生，測驗是否能正確操作顯微鏡，找到有絲分裂各期的細胞；或在探討活動時，要求學生都將其所設立的「假說」以書面提示；或在討論活動中，就所討論的數據，要求學生寫出其「解釋」；或要求學生就所給觀察資料，設立假說，並規劃驗證活動等等，均不失為具體，而合理可靠的評量方式。

關於科學態度的評量，通常要靠教師主觀的觀察，但只要能敘明具體的學習行為目標，教師應能據以設計其具體客觀的評量方法。

在探討活動的什麼階段，怎樣評量學生的成就？這也是探討的科學教育中，應慎重考慮的重要因素。

貳、課程目標及新國中生物教材內容

一、新國民中學科學課程目標草案：

國民中學科學教育目標，在於繼續國民小學之科學教育，發展科學知能，培養科學情趣，以養成能應用、富創造具科學素養之國民，並奠定科學研究之基礎。

為達成此目的，必須使學生：

1. 瞭解科學的本質，乃事實概念與過程的綜合。
2. 明瞭學習科學的目的，在於認識自然環境與改善人類生活。
3. 理解科學的知識，熟練科學的方法與技術，並培養科學的態度，以應用於日常生活和繼續學習。
4. 發展研究的興趣，創造的才能，及獨立判斷的精神，以達成全民科學教育之目的。

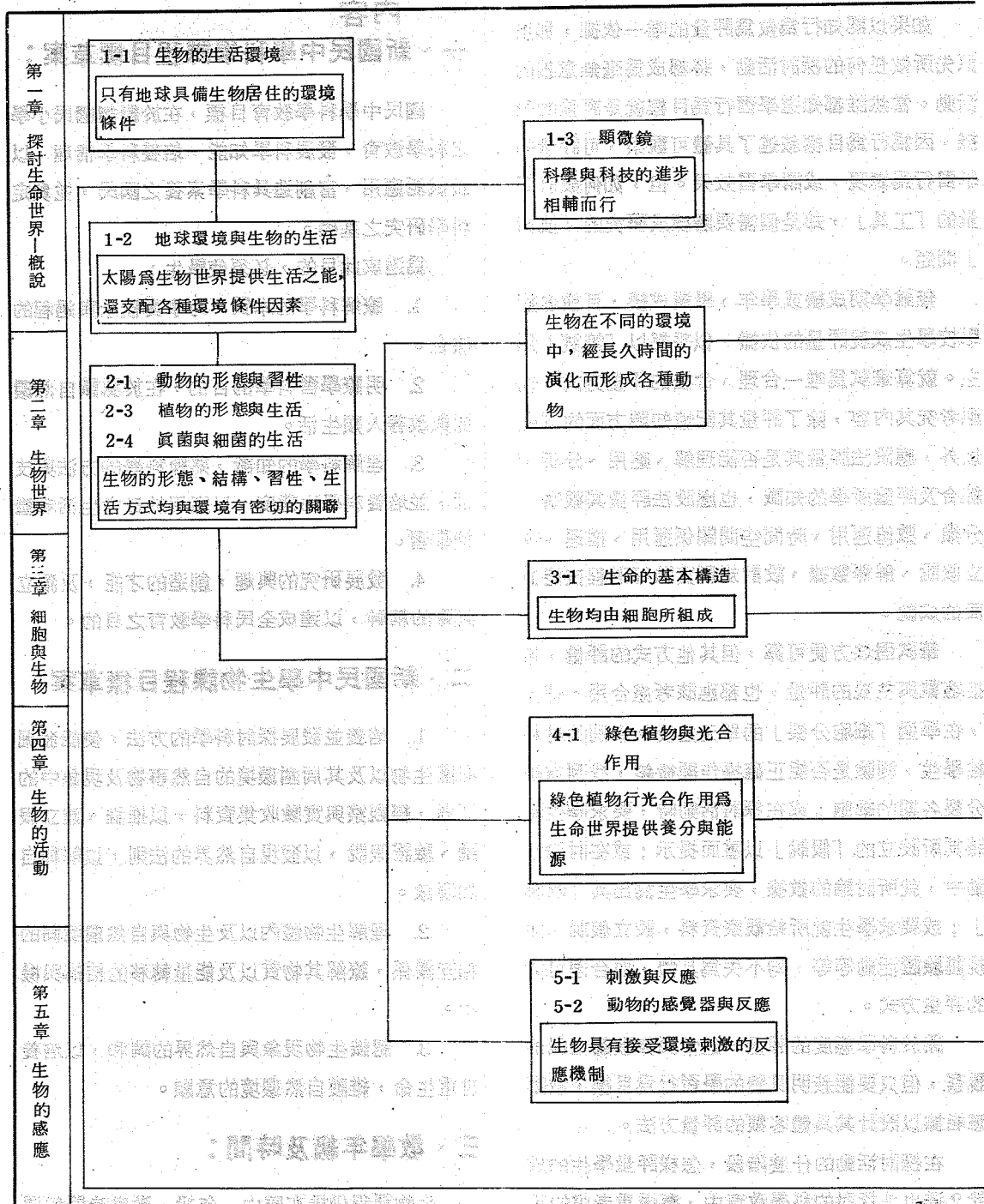
二、新國民中學生物課程目標草案：

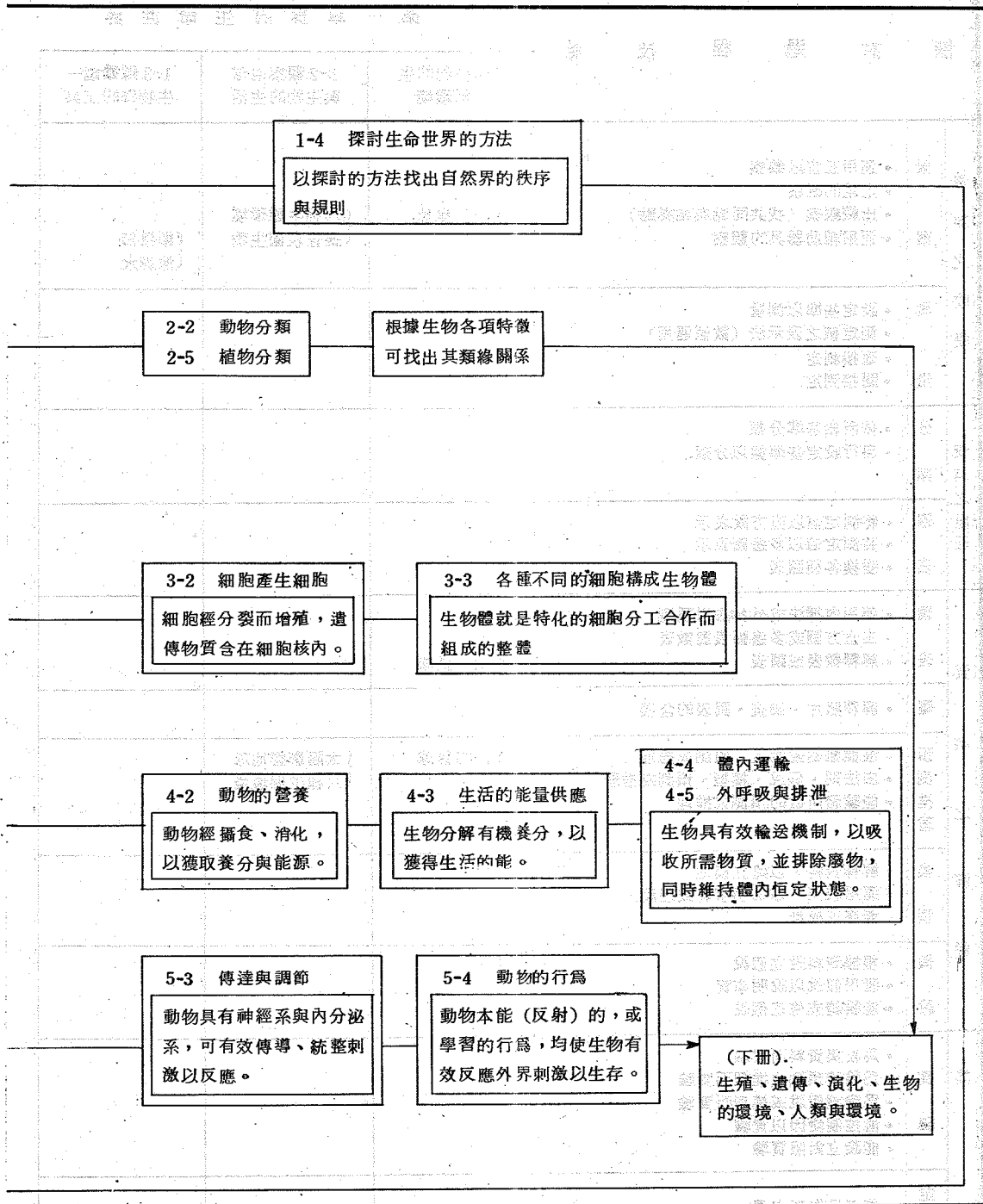
1. 培養並發展探討科學的方法，使能發掘有關生物以及其周圍環境的自然事物及現象中的問題，經觀察與實驗收集資料，以推論、建立假說、驗證假說、以發現自然界的法則，以解釋自然現象。
2. 理解生物體內以及生物與自然環境間的相互關係，瞭解其物質以及能量轉移的結構與機制。
3. 認識生物現象與自然界的調和，以培養尊重生命，維護自然環境的意願。

三、教學年級及時間：

生物課程仍排在國中一年級，教學時間每週三小時。

(表一) 單元教材概念發展流程表 (上冊)





(表二) 探討活動一覽表(第一、二章)

探 討 過 程 技 能			第一章 探討生命世界		
			1-1 生物的生活環境	1-2 觀察地球與生物的生活	1-3 顯微鏡—生物學的工具
資料之收集	觀察	- 運用五官以觀察 - 定量的觀察 - 比較觀察(找共同點與相異點) - 運用輔助器具的觀察	地球與三星球	六種生態環境 調查校園生物	顯微鏡 池塘水
	測量	- 設定基準以測量 - 測定值之表示法(數值運用) - 直接測定 - 間接測定			
資料之處理	分類	- 依所給基準分類 - 自行設定基準據以分類			
	圖表	- 將測定值以直方圖表示 - 將測定值以多邊圖表示 - 變換各種圖表			
資料之解釋	圖表	- 運用內插法或外插法以預測 - 由直方圖或多邊圖表製數表 - 解釋數表或圖表	地球與三星球		
	圖	解釋照片、圖畫、圖表的含義			
	預測推理	- 根據觀察或測定,預測或推理 - 由法則、假說、模型、預測或推理 - 能驗證所做的預測或推理	格雷沙的氣球	太陽影響地球 六種生態環境	
	模型	- 解釋資料,以建立模型 - 運用模型,以說明事實或理論 - 能修正模型			
	假說	- 根據資料設立假說 - 運用假說以說明事實 - 能驗證或修正假說			
其他	實驗	- 為收集資料而實驗 - 為驗證預測或推理而實驗 - 為驗證假說或模型而實驗 - 能控制變因以實驗 - 能設立對照實驗			
	定義	能下操作型定義			
其他	記錄	能記錄或傳達思想		調查校園生物	

概 說	第 二 章 生 命 世 界				
1-4 探討生命世界的方法	2-1 動物的形態與習性	2-2 動物的分類	2-3 植物的形態與生活	2-4 真菌類與細菌的生活	2-5 植物的分類
蛙的觀察 採花蜜的昆虫	{ 魚的運動 體型與運動 蚯蚓體與生活		花的構造 鬼針草、車前草 蕨類的體型	細菌的觀察	
採花蜜的昆虫	藍鯨登陸 動物的體表				
	昆虫體與生活	脊椎動物分類 I { 脊椎動物分類 II { 爬虫類的分類			建立植物界的檢 索表
採花蜜的昆虫	動物的體表				
	體溫與氣溫				
{ 採花蜜的昆虫 蛙的觀察	{ 體型與運動 動物的附肢 動物的速度 動物的體表		{ 鬼針草、車前草 海藻的觀察 苔蘚植物 蕨類的體型	長微的條件	
採花蜜的昆虫					
採花蜜的昆虫			{ 蕨類的原葉體 花粉與花粉管 水生植物與日光	微菌的生活 微菌自然發生 細菌的培養	
	動物的體表 蚯蚓體與生活		鬼針草、車前草 蕨類的體型		

四、單元教材內容目標及其主要概念：

1. 自然界中的生物：由生物生活環境的觀點，瞭解地球；並理解生物與其周圍環境的相互關係。

A. 生物的生活環境

- a. 地球具備有適合生物居住的條件。
- b. 地球上各種變化，多起因於太陽的照射。

B. 地表上的變化與生物的生活

- a. 地表上的變化，多因水、空氣以及各種無機物質的相互作用而發生。
- b. 生物頗多歧異，均受環境條件的影響。

2. 生物的種類與生活：就常見的生物，理解生物體的形態及生活方式，與其環境的影響。經由生物分類，瞭解其類緣關係與演化的事實。理解生物體為細胞所組成，生物的性狀能遺傳的事實。

A. 生物的種類與其生活

- a. 植物體的結構、營養、繁殖及生長方式，都與其環境之間有密切關係，使各種植物各具有其特點。
- b. 動物體的結構、攝食方式、生殖以及生長方法，都與其環境有密切關聯，使各種動物各具有其特點。

B. 生物與細胞

- a. 生物體均由細胞所組成。
- b. 細胞經分裂而增殖。
- c. 生物有單細胞與多細胞生物，多細胞生物也由一個細胞生長。
- d. 生物的形狀能遺傳，其遺傳基因含在細胞核裡面。

C. 生物的分類與系統

- a. 關於生物分類，依其分類基準之不同，可做各種不同的分類。

- b. 比較生物特徵，可找出其類緣關係。

- c. 生物可根據其類緣關係，以做系統分類。由類緣關係可證明演化的事實。

3. 生活的能源與光合作用：理解生物靠綠色植物行光合作用，以所得之有機化合物為能源而生活。

A. 生活的能源

- a. 生物靠呼吸以獲得生活的能量。
- b. 呼吸所得之能量，可轉變為各種型態的能量。
- c. 呼吸有用氧的呼吸（有氧呼吸），以及不用氧的呼吸（無氧呼吸）等兩種。

- d. 生物生活活動的能源，為碳水化合物（醣類）、脂肪及蛋白質等，均為有機化合物，各有其特殊的性質。

B. 光合作用與物質代謝

- a. 綠色植物能利用光能，以二氧化碳與水為原料，合成有機化合物。
- b. 光、二氧化碳的量、溫度條件，均能影響光合作用。
- c. 光合作用的產物，還可轉化為別的物質，可做為生長與活動的能源，也可貯存體內。

C. 植物體內的物質輸送

- a. 陸上較高大的植物，在體內都具有使水分與營養快速輸送的結構。
- b. 蒸散作用，使水與無機養分在體內快速輸送。

4. 動物的物質代謝：理解動物體具有吸收各細胞所需要的物質，並排除細胞所產生廢物的結構與機制。

A. 血液與其循環

- a. 細胞所需要、以及所排除的物質，由血液來輸送。
- b. 細胞均浸泡在體液中，細胞內外物質

之移動，均以體液為媒介。

- c. 有些動物具有使血液循環的結構。體制結構愈複雜的動物，其促使血液循環的結構愈複雜。

B. 消化器官的結構與功能

- a. 動物具有攝取食物，並予以消化吸收的結構。
- b. 酵素在消化過程中，扮演重要角色，其作用效率受溫度等條件的影響。
- c. 攝食以及消化的結構，依動物種類而相異。

C. 呼吸器官與排泄器官的結構與功能

- a. 動物具有體內與環境間交換氣體的結構。
- b. 動物具有排除體內廢物的結構。

5. 生物的感應：瞭解生物具有接受環境變化刺激，以反應的機制，愈高等的生物這種機制

愈複雜。

A. 對於刺激的反應

- a. 有些生物對於外界的刺激，有趨性或屈性的反應。
- b. 動物具有視、聽、嗅覺器等接受外界刺激的感覺器。
- c. 神經系由中樞神經與周圍神經所組成，以傳達或統整刺激並予以反應。
- d. 生物體內可分泌激素，反應外界刺激，調節體內恒定，並調節各項生理機能。

B. 動物的行為

- a. 動物的行為，有反射與條件反射，均使生物迅速反應外界的刺激而生存。
- b. 動物的行為，有本能的，也有學習的行為，愈高等的動物，大腦愈發達，其學習行為愈複雜。

(表三) 探討活動教材指導要點一覽表(第一~二章)

第一章 探討生命世界一概說(9月份 教學時數8節)

節	探討項目	探 討 活 動 要 點	主 要 概 念	過程技能	時間
1-1 生物的 生活 環境	(想想看 1.1) 比較 地球、月球、 火星、金星	○觀察地球、月球、火星及金星等四星球的太空近攝照片，並研判數表資料，以討論方式，共同推論地球所獨有適合生物居住的條件。	1.A a	觀察、解釋資料	1.5
	(想想看 1.2) 格雷 沙的氣球	○根據所敘述資料，以推論生物的生 存條件。	1.A a	推理	
1-2 觀 察 地	(想想看 1.3) 太陽 對於地球的 影響	○根據資料，推論太陽對於生物生活 環境的影響。	1.A b	推理	2.5

節	探討項目	探 討 活 動 要 點	主 要 概 念	過程技能	時間
球 環 境 與 生 物 的 生 活	(想想看 1.4) 環境 與生物 (活動 1- 2.1)	○研判六種生態環境的圖片、就其陽光、水、溫度等因素，推論各種環境中的生物特徵。	1.B a 1.B b	觀察 推理	
	調查校園的 生物	○以小組活動，分組觀察校園內外，比較日曬較多與較差地區的動植物種類與形態上之不同，並做客觀具體的記錄。	1.B b	觀察、記 錄	
1-3 顯 微 鏡 — 研 究 生 物 學 的 工 具	(活動 1- 3.1) 顯微 鏡的使用法	○認識顯微鏡的功能，使每一位學生都能操作顯微鏡，並養成正確的觀察姿態。	科學的進步與科技 的發展相輔而行。 顯微鏡為探討生命 基本的儀器。	操作儀器 以觀察	2
	(活動 1- 3.2) 觀察 池塘的水	○利用顯微鏡觀察池水中微小的生物，了解顯微鏡在研究生物學上的重要性。	微小的生物，也有 其特定的形態與生 活方式。	操作儀器 以觀察	
1-4 探 討 生 命 世 界 的 方 法	(活動 1- 4.1) 採花 蜜的昆虫	○瞭解為探討生命現象，觀察、測量、記錄、製表、設立假說、驗證、修正等科學方法的重要性。(本活動為探討活動的模型)	為探討自然界的秩序與規律，應運用 探討的科學方法。	觀察 測量 資料處理 建立假說 驗證假說 修改假說	2
	(活動 1- 4.2) 蛙的 觀察	○觀察蛙的形態與構造，判斷其功能或生活方式。 ○培養尊重生命，愛護生物的情趣。	為瞭解生物個體， 必須先探討其構造 與機能之間的相互 關係。	觀察 推理	

第二章 生物世界 (10月份 教學時數共13節)

節	探討項目	探 討 活 動 要 點	主 要 概 念	過程技能	時間
2-1 動物的形態與習性	(活動 2-1.1) 觀察動物的體型與運動	○觀察圖片資料，根據體型分類。 ○根據觀察資料，推理各種動物的運動方式與速度。	2.A b (動物的運動與其攝食或避敵有關)	觀察 推理	4
	(活動 2-1.2) 觀察魚的運動	○觀察魚的運動，推理其運動的機制。	2.A b (魚的運動是全身運動)	觀察	
	(想想看 2.1) 藍鯨登陸	○假想藍鯨登陸，計算在陸地上行走所需要腿的大小，瞭解生物的體型、運動方式與其生活環境之間的相互關係。	2.A b (動物的體型大小，以及其習性與環境有其限度)	數值運用	
	(活動 2-1.3) 比較動物的附肢	○觀察圖片資料，由體型推論其運動方式與速度。	2.A b (動物的體型適合其生活方式)	推理	
	(想想看 2.2) 動物的運動速度	○根據數值資料，推論動物體型以及運動機制。	2.A b	解釋資料	
	(活動 2-1.4) 比較動物體表	○觀察動物的毛、羽毛與鱗片，預測其功能。 ○以簡單實驗測量並驗證預測。	2.A b (動物體內有一定的溫度範圍。 。在適當的溫度下，動物才能活動。)	預測 測量 運用 多邊圖以記錄	
	(想想看 2.3) 動物體溫與氣溫的關係	○觀察圖表，解釋貓、雞及蜥蜴體表狀態與生活方式。	2.A b (愈高等的動物保溫機制愈完美，可適應環境範圍較大)	解釋資料	
	(活動 2-1.5) 觀察蚯蚓的身體	○觀察蚯蚓的外形與運動方式。 ○用手電筒驗證其光覺。 ○設置實驗以檢查蚯蚓所攝取的食物	2.A b (動物能感應外界的刺激變化，攝食適當的物質)	觀察 記錄	

節	探討項目	探 討 活 動 要 點	主 要 概 念	過程技能	時間
	與生活	○根據觀察，推論蚯蚓的攝食方式。	以生存)		
	(自由研究) 蚯蚓觀察箱	○自製觀察箱，以實地觀察蚯蚓的行為與生活方式。	2. A b	觀察 記錄	
	(活動 2-1.6) 昆蟲的身體與生活	○觀察各種昆蟲，找出其共同的特徵。 ○觀察各種昆蟲，找出其不同點，推論其食性與生活方式。	2. A b (在動物界中，昆蟲種類最多，歧異性最大，但均能適應其特定的生活環境)	分類	
2-2	(活動 2-2.1) 脊椎動物的分類 I	○觀察圖表資料，按表格記錄其特徵，找出分類的基準。	2. C a (各種動物，都有其共同性，也有其歧異性)	分類	2
	(活動 2-2.2) 脊椎動物的分類 II	○根據分類基準分類表列之各種動物(哺乳類、鳥類、爬蟲類、兩棲類、硬骨魚類及軟骨魚類)。	2. C b 2. C c	分類	
	(想想看 2.4) 分類爬蟲類	○觀察資料，建立分類基準以分類。 ○建立檢索表，使用檢索表以分類。	2. C b 2. C c	分類	
2-3	(活動 2-3.1) 鬼針草與車前草	○觀察鬼針草(較高莖)與車前草(較矮莖)的形態與生長情況，推論其與生活方式的適應情形(實行光合作用上的適應)。	2. A a (綠色植物最重要而直接的環境因素就是陽光。	觀察 記錄 推理	5
	(活動 2-3.2) 水生植物與日光	○設置對照實驗，以探討光對於水生綠色植物的關係。	2. A a (水中的植物也需要日光)	控制變因	
	(活動 2-3.3) 海藻的觀察	○觀察藻類的形態與內部(輸導)結構，推理其生理。	2. A a (藻類住在水中不需輸導系統)	推理	

節	探討項目	探 討 活 動 要 點	主 要 概 念	過程技能	時間
	(活動 2-3.4) 找苔蘚植物	○觀察苔蘚的生長位置及生長情況，推論其陸上生活的適應。	2.A a (苔蘚為最原始的陸上植物)	推理	2-3
	(活動 2-3.5) 蕨類植物的體型	○觀察蕨類植物根莖葉的分化，以及孢子囊與孢子，推論其陸上生活之適應。	2.A a (蕨類具有輸導系統，更適應陸上生活)	觀察 記錄 推理	
	(活動 2-3.6) 蕨類植物的孢子與原葉體。	○實際培養蕨類的孢子，觀察原葉體，推論其生長環境的限制因素。	2.A a (蕨類的受精過程需要水的媒介)	設置實驗	
	(活動 2-3.7)	○觀察花的構造，認識各部分名稱及功能。 ○注意其保育後代的結構。	2.A a (種子植物一部分的葉特化為花，專司生殖)	觀察	
	(活動 2-3.8) 花粉與花粉管	○觀察各種花的花粉。 ○培養花粉，使發出花粉管。 ○由花粉管的功能推論種子植物對於其陸地生活之適應。	2.A a (種子植物的花粉管，使植物不需水的媒介就能受精)	設置實驗 以觀察	
2-4 真 菌 類 與 細 菌 的 生 活	(活動 2-4.1) 黴菌的生活	○培養黴菌，觀察菌絲與孢子，推論其營養與生殖的方式。	2.A a	設置實驗 以觀察	1
	(自由研究) 黴菌的自然發生	○參考上項活動，自行設計對照實驗以證明黴菌是否能自然發生。	黴菌以孢子繁殖，不能自然發生	設計實驗	
	(想想看 2.5) 長黴的條件	○根據以上的觀察與實驗，推論歸納長黴的條件。	2.A a	推理	
	(活動 2-4.2) 細菌的觀察	○自製染色的細菌標本，以觀察。	2.A a	處理標本 以觀察	

節	探討項目	探 討 活 動 要 點	主 要 概 念	過程技能	時間
	(自由研究) 細菌的培養	○設計對照實驗，以證明空氣中、水中及土壤裏都有細菌。	2.A a	設計實驗	
2-5 植物的分類	(活動 2-5.1) 建立植物世界的檢索表	○根據資料，設立分類基準，以建立檢索表。 ○運用自製的檢索表，分類植物。	2.C a 2.C c	分類	1

參、教科書的運用原則

新的國中生物教科書，以探討科學的活動做為中心，培養具備「科學素養」的公民為目的而編輯。編輯小組希望國中學生們學過這一套教材之後，①能對於生命科學發生興趣。②能參與探討的學習，也能運用探討的過程技能，以解決問題。③能經由探討過程，瞭解生命科學的一般概念與基本原理。④能建立科學的自然觀。

為具體化上面這四點基本編輯思想，課本教材特別考究學習科學方法的順序，基本概念之發展流程，資料的運用方式，以及評量方法的合理化等。希望國中生物教師瞭解，以便活用充分發揮其功能。當然教科書只不過是教學的素材，如果教師認為還可以讓學生進一步探討，或應該改變其學習的方向，或變更學習方法，只要符合科學教育的基本目標，可以運用課本內容為資料，另行編製適合各個學生以及其學習環境的學習活動。

不過為充分發揮新教材的功能，請先瞭解下面諸點：

一、教科書的本質與內容

學生應該瞭解科學知識的來源，而記憶科學知識的內容則並不太重要。所以我們希望學生積極參與探討的學習活動，在活動中學習。為使學生能運用科學方法，以解決日常生活中所遭遇到的困難問題，教師要設法讓學生參與科學的探討活動，在活動中學習種種科學過程技能。為使學生能以科學的態度處理生活上的問題，教師宜安排讓學生參與處理問題的過程，培養其科學態度。

新的教科書是學生探討活動的指導書，而不是「生物科學知識的解說書」。在辭句方面儘量求簡潔，方便學生閱讀，不需教師在這一方面費心解釋文意。我們認為教科書應該是學生自己閱讀的，過去有些教師，以教科書為唯一的科學知識教材，在課堂上，講解其內容，說明字義，只求學生瞭解與記憶。現在這一本教科書絕對不適合這種教學法。

上册分為5章21節，共有51個〔活動〕，39個〔想想看〕，8個〔自由研究〕，169個插圖。所謂「課文」中，「科學知識的解釋」部

分很少，而「問題之提出」或「學習方向的指點」較多。每一個「活動」，「想想看」與「自由研究」都有些「問題」，都要由學生在探討過程中自行找到「答案」，但主要的教學目標，却不在此些「答案」上，而是在其探討尋求答案的「過程」上。

無論探討過程技能，或科學概念的發展，都已經慎重的考慮，盡可能配合學生認知結構的發展。但各校客觀環境條件，以及學生素質及其心理發展情形，都不盡相同，教師宜根據各單元教材的基本教學目標，自行決定其「基本學習行為目標」，並採用或修改探討活動內容或方式。

為使學生便以探討，盡量安插有關照片、圖片、圖表資料，另外在教材內容方面，儘可能採用鄉土的材料，尤以最常見的動植物，以及台灣特有或較特殊的動植物為優先採用的對象。希望我們的學生從鄉土的生物環境開始探討，以瞭解這生命世界。

二、基本概念的發展

關於國中生物課程的基本科學概念、各單元教材重要概念，均已經在前分別敘述。關於單元教材概念的發展流程，則請參閱（表一）單元教材概念發展流程表。

這些科學概念，固然都是科學家的研究成果，但我們還是要求學生經由探討活動來「自行發現」。我們並不希望教師替學生講解這些概念的內涵，要求學生來記憶。當然有些科學概念的內涵較為艱難，也有些單元教材的重要概念較多，不能不借重教師的「講解」活動，但這種情形很少。原則上教師要參閱各單元的概念發展流程表，幫助學生通過探討活動自行發現科學概念。通常每一個「活動」都含有一兩個科學概念，教師要輔導學生「找」出它來。

三、科學方法的訓練

科學家的研究工作類似偵探的工作，他要不斷地觀察，以收集證據與有關資料，提出假說，並予以驗證。科學家在探討的過程中，也要積極收集各種有關數據，加以解釋，提出試驗性的答案（假說），再經實驗直接或間接驗證，以探討自然界的法則。科學教育要求學生模倣科學家這些探討科學的過程，以學習用科學方法處理或解決問題的技能。

這項探討科學的過程技能，可以分為發掘問題、觀察、分類、傳達、推理、預測、量度、運用數字、運用時間空間關係、控制變因、操作型定義、建立模型、設立假說、解釋數據及設計實驗等十五個項目。其中「發掘問題」也是很重要的過程技能，本應該由學生自行發掘問題，但由於課本形式處理上，原則上還是採用由課文提出問題，讓學生來探討問題的方式。

每一項學習探討的活動，都定有其應行發展培養的探討過程技能，請參閱（表二）探討活動一覽表。

四、探討活動指導要點

雖然我們已經大量減少教材內容，也刪除很多專有名詞（專門術語），但以每週三小時的教學時間，似乎不可能就每一個「問題」做完整的探討過程。所以每一項探討活動，都定有「探討活動要點」，「應發展的主要概念」及「應培養的過程技能」。請參閱（表三）探討活動教材指導要點一覽表。表中主要概念欄內所填的是各「單元教材內容目標及其主要概念」（請閱P. 31）的代號，例如「1. A a」代表第1條第A款第a目，即「地球具備有適合生物居住的條件」這個概念。表內也註有「時間」。那是每一「節」

所分配到的時間。這些都請教師做為安排學習活動的參考。

各學校客觀條件不同，如果時間不夠，或缺乏某些材料時，只要符合各單元教學目標，可以酌量改變探討項目，或做適當的取捨，甚至刪除一部分活動都可以。在科學教育的立場來看，實在難以同意全國所有的地方，每一個學生都要學一樣的取材。

五、教科書內容

1. 「問題之提示」

在每一章每一節的開頭，都約略提示前後教材間的概念發展，而且明白提出本單元的「問題」或「主題」。科學的探討都以「為什麼？」開始。希望教師注意輔導學生(1)是否產生探討的動機？(2)是否發生探討的興趣？(3)是否能建立探討的方向？只要學生認清問題的所在或本質，應能產生充分的動機與興趣，可望順利進行下面的探討活動。

2. 「活動」

「活動」事實上就是「探討的實驗活動」，為強調這是學生中心的實驗活動，所以就用這兩字。過去的實驗，都屬於「是不是這樣？用實驗來證明看看！」這一類型的實驗。

在新的實驗教材，都定有其應行培養特定的探討過程技能。例如以「收集資料」為目標的實驗，以「驗證推論或預測」為目標的實驗，以「驗證模型或假說」為目標的實驗，還有讓學生設計或考驗「控制變因」的對照實驗，或以「規劃或設計實驗程序」為目標的探討活動等等。所以教師在教學之前，宜事先研判教材，以便正確把握各項實驗活動的重點（請參閱「表二」探討活動一覽表）。

在實驗活動的過程中，宜盡量賦給學生自由

探討的機會。在教科書中，先明示有「問題」，也詳述「所用器材」、「步驟」以及應行探討的「問題」等，為的是讓學生自行查閱以進行其探討活動，以及了解事後的討論活動目標。教師要事先在器材、教學情境佈置以及問題的提示方面，多做周密的準備及幫助以外，在探討過程中，要盡量尊重學生個別的探討活動。必要時才從旁個別「協助」或「提示」，盡量只做「啟發」的工作。過去有些教師，為求全班「一致」而「正確」的實驗「結果」，要求學生一步步跟著教師指令進行實驗，例如，一聲令下全班各組學生，同時注入試劑，再一聲令下同時搖動試管，第三個號令下劃火柴點燃酒精燈，第四個號令下開始加熱。這種「實驗教學」下，學生毫無探討的自由，也無其實質，就算能得到全班一致「正確」的實驗結果，有什麼教育意義可談？學生能學到什麼概念？什麼過程技能？

教科書內所列的「活動」項目很多，最好能夠全做，但如果時間不夠，或學校客觀環境條件所不許，請查閱（表二）探討活動一覽表，在同樣的探討過程技能項目內，做適當的取捨，或改變探討的方法。只要能達成各單元目標就可以。

此外，在探討活動中，教師除了從旁輔導，提示或啟發各組學生的活動以外，應隨時注意安全問題。

關於活動結果的處理，讓全班學生參與「問題」討論為一策；讓各組討論，並提出口頭「報告」，供全班學生再討論也可以；讓各組自行討論，要求學生個別提出「書面報告」也不失為一良策。教師宜衡量客觀條件及教學目標，參考其應發展之「概念」、「過程技能」自行決定，但千萬不能在毫無討論下，結束活動。

3. 「想想看」

在國中階段，科學的過程技能中，最重要的訓練項目應該就是「資料」的解釋。根據資料以

推理、預測，或建立假說或模型。在這新教材中，設有很多「想想看」就是關於資料的這些訓練。

在這一項學習活動中，學生要研判所給的資料，包括圖片、數據、圖表或現象敘述，除了做推論、預測、建立假說、模型、或試做解釋以外並不要求學生處理資料。

在教師手冊中，都詳細說明有這些過程，指導要點以及結果，但仍應讓學生有充分的時間與機會，去思想、研判，並積極參與討論，儘可能採納學生的意見，尊重其看法，注意培養其信心與積極參與的興趣與動機。

在資料解釋上最重要的指導重點，應該是區別適當與不適當的資料解釋，也就是把握解釋準確性的能力訓練。往往有些學生根據舊有的經驗，做「超過資料」的解釋。

4. 「自由研究」

為使能力較高或具有特別興趣的學生，有機會做進一步的探討，設有「自由研究」的項目。當然，如果教師認為內容適合其所任班級學生的能力，時間上與其他客觀條件均容許，就讓全班學生從事此項活動。在學校所排定的時間內來做，或利用課間課餘時間來活動，或帶回家，在家進行研究活動，都可以。

「自由研究」的內容，通常都要較高的過程技能，例如「規劃或設計實驗」以驗證某些假說或推論。也有些是需要長時間的觀察與記錄的探討活動。

教師可視實際情況，妥善決定安排，只要能符合教學目標，能幫助學生充分發展其潛能就可。

5. 「摘要與問題」

每一章的末尾，都有「摘要與問題」。「摘要」是單元學習內容的重點，但並不要求學生來記憶這些摘要，而希望教師根據這些摘要與問題

，來評量學生的學習行為表現（學習成就）。

所列「問題」，也不是要學生來記憶，考試時來考驗用。我們希望利用這些問題來評量各章所要求的(1)過程技能的成就，(2)關於所學科學概念的綜合能力等。有很多問題是「開放的（open-ended）」問題，沒有單純的「標準答案」，而可能有許多不同的答案，需要鼓勵學生，從各種不同的角度來研討問題。切勿以教師個人的想法，做為「正答」讓學生遵命死記。因為學科學的主要目的，並不是記憶「正確答案」，而是在於「探討過程技能」的訓練。

6. 「器材輔助教具與教材」

在「活動」、「想想看」及「自由研究」等探討活動中所採用的器材，都是簡易的器材。除了顯微鏡較昂貴以外，並沒有什麼較貴重的儀器設備。這些材料都是易以入手的普通材料，也顧到季節性，不會再使師生在隆冬寒流下找青蛙。但，有些材料倒要請教師下點工夫。過去有不少教師屢次反應說，台灣南部不產「渦虫」。其實這種小動物，在全世界除了寒冷地區沒有以外到處都有。像台灣南部更是四季如「春」，只要注意，花時間去找，相信沒有找不到的理由。渦虫是很好的實驗材料，生物學家也好，生物教師也好，怎能放棄而不用？其他猶如水螅、草履虫、果蠅、蚯蚓、大肚魚，也都是很好的材料，身為生物教師，應該不只能採集，能培養，還要能夠幫助學生採集、培養。不過，為幫助那些因遭受到嚴重的環境污染，實在沒有辦法採集到這些動物的地區學校，師大科學教育中心將有計劃大量培養以供應。

在輔助教具教材方面，師大科學教育中心，也有計劃陸續編製，諸如：幻燈片、影片、錄影片、標本、模型、圖表、或以「個別學習」教材，或配以「編序教材」等輔助教材教具，提供各校師生參考應用。