

臺北市第 18 屆中小學及幼兒園教育專業創新與行動研究徵件活動

類別

教育專業經驗分享類(高中組)

題目

「立足台灣，生態關懷」：一堂生物、地理、地球科學與物理的教學與對話



作者

羅文均、許鈺苓、張堯婷、劉凡華

服務機關

臺北市立大同高級中學

## 摘要

由於現今分科學習的教學模式，學生對於知識的學習多從單一學科的面向切入，知識脈絡也多為線性解讀。然而真實環境的多元性是需要統整的知識來理解，並建構出完整的知識鏈結。因此，真實走入戶外的環境教育、搭配合科教學的統整學習是重要且不可或缺。透過生物、地理、地科、物理四科的合科教學讓學生以更宏觀的角度認識環境，並以真實環境為素材，讓學生從火山地質、地形、植被與動物等多面向自然景觀的觀察，將知識過程真實呈現在眼前。同時也引導學生針對陽明山實察地點提出想要了解的問題，並學習發問、學會好奇，培養學生思考、發問、表達、團隊合作的多元能力。在實察過程，結合觀察及體驗等教學活動，把無痕山林的概念帶給學生。

課程設計透過教師的引導、結合先備知識、填寫學習單、小組討論報告、問題回饋等方式來進行。藉由經歷陽明山的野外實查，孩子能更真切的感受問題核心，能多元思考，並用行動來愛護生態。

關鍵字：合科教學、野外實查、陽明山

## 壹、動機

學生現在在學習上常是分科學習，對於學科的認識都是片面的知識，當孩子接受一個新環境時，無法運用所學過各科的知識來瞭解、認識環境，也無法運用支離破碎的學問進一步發現問題。當孩子們面對真實環境時是缺乏統整能力的，課堂上所學因無法產生連結與生活脫節，造成學生學習動機低落。此課程帶領學生直接面對大自然，身處於自然當中培養觀察能力，引導學生在觀察地景的同時，更能進一步思考生物與環境的關係、地形造就的環境、地形與地質營造的環境之間的關係以及地質現象的物理原理等等。運用多學科的方式來探討、解決提出的問題。現在的學生大部分時間都教室內上課，沒有機會接觸環境、理解環境，自然就對環境冷漠，對於理解環境的重要性僅淪為考試中的正確答案，在自身實踐上的達成率卻相對的低。一般的紙筆測驗對於學生對環境的感受及對發現環境問題這方面是無法評量的，而這部分是環境教育最重要的部分。我們希望藉由此課程能將學生帶出教室，藉由實際上的接觸及體驗，慢慢培養與環境之間的情感，進而能將珍惜愛護環境的情感傳達給學生。

隨著科技文明的進步，學生對於學習很多都僅限於課本上的文字介紹，但是自然環境能給予的這些感動與知識若沒有實際去感受或驗證，很難把對於環境的熱情延續下去，所以我們希望能設一個能夠帶領學生親自接觸，藉由瞭解地型-環境-生物之間的交互作用為教材，來實現環境與探索教育的目的。1960年代加拿大醫學院教授 Barrows 訓練醫學生在面對病患時，將知識整合應用來解決病人的問題。當一個病患出現問題時，需要蒐集多方面的資訊才能給予最準確的治療，同時治療的方法也必須從多方面來做評估。與學生的學習一樣，我們給予學生面對真實世界的學習機會，透過觀察與思考來建構相關的知識，而且學生也能透過多元的方式來學習(如：體驗、遊客中心說明、同儕討論)並解決問題。透過這樣的課程希望能培養學生的批判思考、邏輯推理、科際整合、人際互動能力，讓學生透過接觸自然並提出問題的經驗，培養帶的走的能力。對於教師來說，不同科目的教師也可以藉著討論教學活動，設計教學流程，分享彼此的觀點，也是一個很值得的成長與學習。

本課程透過到戶外體驗，落實環境教育。教師在此課程中扮演引導的角色，而不是單方向的給予知識。在課程進行中教師帶領學生學習認識環境，讓學生能透過與同學之間的討論，運用不同學科的基礎來認識環境，並從中發現新的

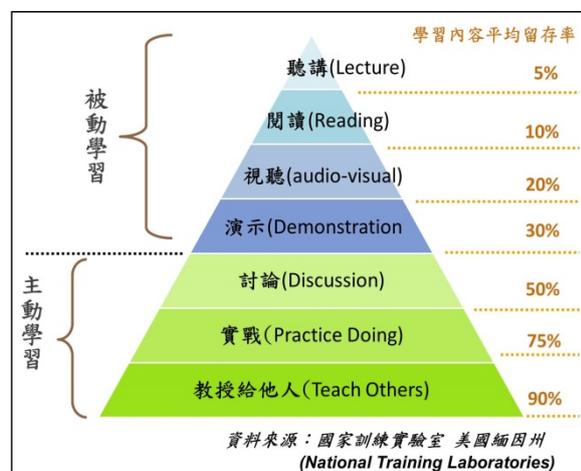
問題，再從不同學科的角度來討論形成問題可能的原因，讓學生成為學習的主體。也透過實際的體驗，讓學生對環境產生情感，藉由解決環境的問題來培養學生在生物、地理、地球科學、物理的學習動機。然後藉由在戶外學習，以大自然為教材，將不同學科知識統整並融會貫通，在看待一個問題時能夠全面性的觀察並提出解決方法。

## 貳、方案理念與特色

### 一、有效教學策略

根據高博銓（2014）《有效教學的理念與策略》中提及，教學活動若能多以師生互動形式，在教學歷程中以示範、討論、做中學的方法，學生的學習保留率才能有更大幅度的增加。這樣的理論主要根基於美國學者 Edgar Dale 在 1946 年提出的「學習金字塔」(Cone of Learning)模式(圖一)，而美國緬因州國家訓練實驗室（National Training Laboratories）亦做過類似的研究來支持這樣的理論。其論述為，在初次學習的兩個星期之後，若是以課堂常見的聽講(Lecture)方式學習者，只能記住內容的 5%；透過閱讀(Reading)模式學習者能保留 10%的內容；透過聲音、圖片的視聽(audio-visual)方式大約保留 20%的內容；若以教師示範、演示(Demonstration)的學習模式則保留 30%的內容；以上這些方式學生皆是處於被動學習的情態，因此其學習保留的涵養皆不到一半的內容；若是可以透過主動學習的小組討論(Discussion Group)方式，就能夠記住 50%的內容；而透過實踐與做中學的實戰(Practice by Doing)更可以保留 75%的內容；如果最後學習者能夠內化知識後再次教授給他人(Teach Others)，甚至可以保留 90%的內容。

因此本次的行動研究，亦希望依循此學習金字塔中的「做中學」模式，學生透過主動式的接觸與實踐，以達成有效教學的目標。



圖一：學習金字塔圖 (修正自國家訓練實驗室)

## 二、問題導向學習法

另外，近年來興起一種新的學習方式，是將學習者放在一個有意義的學習情境，並且在學習活動進行前，先行透過一個「問題」來領導小組討論、並且練習如何「發掘問題、分析問題、解決問題」。此種模式稱之為「問題導向學習法」(Problem Based Learning，簡稱 PBL)，主要起緣於 1910 年 Flexner 的教學改革倡導，此理念在 1960 年代開始被廣泛運用在醫學院的教學上、並在 1968 年加拿大的 McMaster 大學醫學院被廣為應用（陳木金，2007；Neufeld & Barrows,1974）。雖然這種學習模式大量被運用在醫學教學情境當中，然而其本質上是使學習者能在解決問題的過程中主動建構知識與發展問題解決的技能，因此本研究亦希望透過此種學習模式，在真實的戶外情境當中，以學生為學習的本體，以問題為目標核心，教師做為引導者的角色，提供解決問題的必要資源、協助與探索的機會下，讓學生自主完成學習的責任。

## 三、合作學習法

所謂的合作學習(cooperative learning)，指的是把學生分成若干小組，且各小組的成員針對特定的學習單元，按造自己的能力以及所了解的方式去完成自己的學習責任，並且共同努力完成小組的目標。(吳清山與林天祐，1996、曾秋華，2005)

因此，本次教學活動進行前，亦將學生劃分為兩人一組，合作學習的好處是集思廣益，並且學生在發掘問題時，可以先經組內的討論，確保問題的可行性；二來在回應答案時，也可避免學生的不安或是專斷，而是透過討論、合作的資訊蒐集，來探索回答。因此我們的合作教學方法，並不著重在小組之間的競爭活動上，而是將「合作與分享」作為教學的主軸。

## 四、無痕山林理念

人們在享受山林之美時，應尊重環境，以最少的干擾降低對環境的衝擊。因此我們在行前便會先給予學生無痕山林教育。提醒學生在上山時應避免踩踏到其他有生物覆蓋的地方，物品的準備減少不必要的包裝，將食物分裝到可重覆使用的夾鏈帶或保鮮盒內。所有帶入山的物品都不能留在山林中，因此廚餘、垃圾都應裝至垃圾袋一起帶下山。除了不留痕跡之餘，在觀察期間應避免過量

的燈光、收音機及電子裝置可能的干擾，若遇到野生生物也應保留適當空間，避免抓取、攀折生物，也不帶走任何生物。讓學生瞭解每個上山的人，都應善盡對環境應有的責任與義務，以減少衝擊的活動方式，達成親近山林的體驗。

## 五、合科教學

結合生物、地理、地科、物理四個不同學科的面向，統整且多元的環境教育亦是重要的一環。教學活動利用陽明山特有的自然景觀、原生物種為在地化教材，幫助學生結合生活環境及所學內容，帶領學生觀察、提問，以不同學科的角度切入問題，鼓勵學生用多元的方式解決。

## 參、學習目標

- 一、培養學生的觀察、推理和理性思辨等技能以及批判思考能力。
- 二、培養學生解決問題與整合知識的能力，打破學科之間的限制，運用多元的能力來進行空間、生態與區域觀點之探討。
- 三、培養進行野外實察、蒐集、整理及分析資料的方法，並將結果以圖表、報告等型態呈現。
- 四、科學過程技能（如：推理、預測、解釋資料、提出假說、設計實驗等）和科學態度（如：虛心、尊重數據、不輕下結論等）的培養。
- 五、學習 GPS 定位使用，將資訊科技融入課程，記錄所觀察到的事物及地理位置，並推測兩者之間可能的相關性。
- 六、以認識生物之共同性及環境多樣性為基礎，並了解周遭景觀的人為活動，進而體會保護生態環境及永續發展的重要性。
- 七、以無痕山林的概念培養學生尊重生命，體驗保護環境的生活態度，主動關心 珍惜地球環境，強化永續發展的理念。

## 肆、能力指標

- 一、生物科
  1. 認識生物多樣性的重要性，培養保育生物多樣性的情操。
  2. 了解群集和生態系的特性，探討生物與環境之間的交互作用以及人類對生態影響，培養尊重生命、保護生態環境的態度。

3. 培養觀察、推理等科學過程技能，發展批判思考、溝通、論證與解決問題等能力

## 二、地理科

1. 能以地理觀點提出問題。
2. 能利用各種不同的地理工具蒐集地理資料。
3. 能以各種不同的方法整理、組織、分析、解釋及評估各項地理資料。
4. 能彙整各種地理資料撰寫報告，驗證或回答所提出的地理問題。

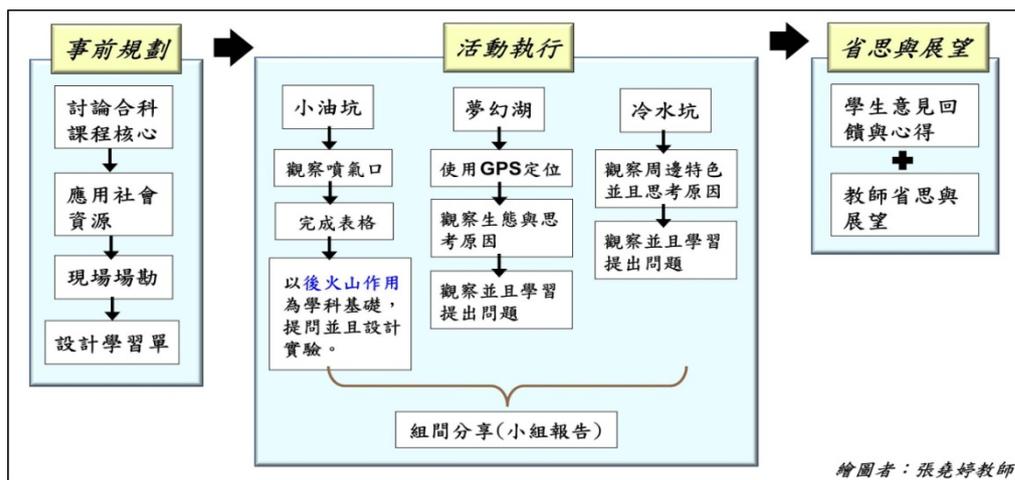
## 三、地科科

1. 學生能具備地球科學的重要基本知識。
2. 學生能瞭解並初步應用地球科學的概念與法則。
3. 學生能對地球科學相關議題產生興趣與學習意願。
4. 學生能知道地球科學所運用的基本觀測技術及對認識地球的重要性。

## 四、物理科

1. 定性及定量的分析能力。
2. 以歸納及演繹的方法來界定並解決問題的能力。
3. 安排及執行實驗的能力。

## 伍、教學活動設計



### 一、制訂共同教學目標：

生物、地理、地球科學、物理四科教師共同討論課程核心，充分結合各領域專業所進行的教學活動。

	目標	教學活動
知識	能理解生物與地理環境之間的關係。	結合生物與地理的知識，引導學生觀察地景區塊中迎風面與背風面植被種類的不同，並討論成因為何。
	運用地理與地科的觀念，統整說出小油坑的成因。	至小油坑實地觀察，經由觀察、講解結合先備知識進行統整、歸納。
	依據地理與地科知識理解什麼是後火山作用，並用物理原理解釋。	介紹後地殼上後火山作用之成因，並讓學生討論、推論出後火山作用之科學原理。
	能瞭解夢幻湖名稱的由來。	至夢幻湖實際觀察，利用氣候形成原理推論與其名稱之關係。
	能說出夢幻湖特有種形成的原因。	利用地理隔離與生殖隔離的概念引導學生瞭解異域種化。
情意	幫助學生體會環境的多樣性及複雜性，培養其欣賞及包容的態度	帶領學生至野外實際體驗自然的美，結合無痕山林的理念並身體力行。
	能引起學生對大自然的好奇，激發學生追求事物原理的興趣。	1.觀察環境中不同物種分佈的情況與地理環境之間的關係。 2.利用可觀察到的地質活動，與簡單的物理原理結合。
	能培養學生具有良好的科學態度，如縝密思考、探索真理及勇於解決問題的能力。	瞭解後火山形成原理，以此原理設計出驗證實驗，培養邏輯思考能力。
技能	學會操作 GPS 定位與紀錄軌跡。	沿途觀察生態變化並以 GPS 紀錄軌跡，製作出一張屬於學生的「生態足跡地圖」。

能規劃與設計一套模擬後火山原理的實驗。	瞭解後火山形成原理，以此原理設計出驗證實驗，培養邏輯思考能力。
培養學生的觀察、推理和理性思辨等技能。	引導學生觀察並發現環境中有趣的地方，並提出問題，學習討論、思考。
培養野外實察、蒐集、整理及分析資料的方法。	引導學生觀察並發現環境中有趣的地方，並提出問題，學習討論、思考。

## 二、事前場勘：

教師群到陽明山場勘，規劃教學路線及流程。觀察野外可以發現甚麼問題，適合設計甚麼類型的活動，以及如何進行合科教學。(下圖為事前場勘的資料)



▲ 陽明山迎風面與背風面植物生長的比較



▲ 小油坑的噴氣孔



▲ 昆蟲背側紋路的演化意義



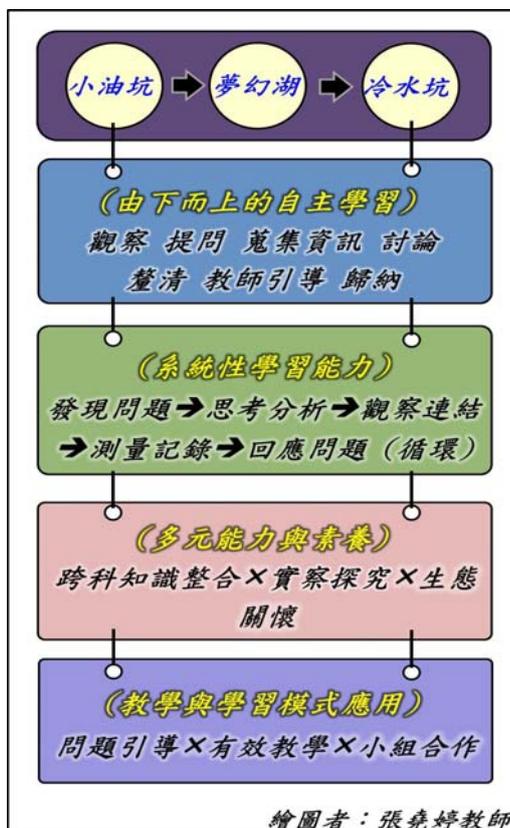
▲ 記錄海拔高度與觀察到的景象

### 三、設計活動路線與教學內容：

#### 1. 路線規劃：



#### 2. 教學活動規劃：



3. 教學活動流程：(陽明山總站)-->小油坑-->夢幻湖-->冷水坑

時間	活動地點與內容	備註
8:50	劍潭捷運站 2 號出口集合	轉搭公車紅 5
9:00~	出發	
9:40~9:50	陽明山總站	轉搭公車 108
9:50~	前往小油坑	公車
10:20~11:30	小油坑 <b>觀察與記錄</b>	
11:40~	前往夢幻湖	公車 108
12:00~13:20	夢幻湖步道 <b>觀察與記錄</b>	用餐
13:20~13:40	前往冷水坑	步行
13:40~14:40	冷水坑 <b>觀察與記錄</b>	
14:40~15:10	問題討論	
15:10~15:40	成果分享	

四、設計學習單

給予野外實查可能會用到的簡單知識，由教師示範提問技巧，再以問題引導學生嘗試用物理的概念解決地理的問題。討論並提出一個實驗設計，培養學生邏輯思考的科學能力，同時運用不同能力解決問題，讓學生瞭解學問是沒有界線的。(右圖擷取自學習單)

### 小油坑

煙霧繚繞，濃濃刺鼻氣味相伴，位在台北都會區中的地質景點，也是台灣本島所具有的火山噴氣口。



1. 小油坑旁的七星山，則是在 70 萬年前開始噴發，主峰海拔 1,120 公尺，頂部原有一噴火口，但在火山噴發結束後被侵蝕成七個小山頭，故稱七星山，請問，關於七星山的活山活動與地形，請根據所學完成以下表格：

噴發方式	岩漿性質	岩漿特性	形成地形
_____	_____性岩漿	黏性_____	_____狀火山
_____	二氧化矽含量_____	流動性_____	

2. 很多人以為壯觀的火山噴發之後，地表就歸於平靜，然而實際上，地底的岩漿仍然靜不下來，強韌的熱能持續發揮作用，進而形成如小油坑所見特殊的噴氣孔地貌或隱晦山上所見的溫泉，此即「後火山作用」。

(1) 請嘗試用已知科學知識說明「後火山作用」形成原因。(2)請以生活中可取得之物品設計一個與「後火山作用」中噴氣孔地貌原理相同的實驗，並將實驗所需材料、實驗布置、實驗裝置圖等紀錄於下。

ANS: \_\_\_\_\_

## 陸、教學活動歷程

### 一、事前準備

1. 招募學生：發放報名表至各任教班級。
2. 行前說明：
  - (1)向錄取學生說明本活動之目的，要求他們打開感官去觀察、發現問題。
  - (2)無痕山林之理念及行前注意事項
  - (3)GPS 操作教學，學習將實查路徑的軌跡做一完整記錄，同時標註每一個事件發生的位置，及其海拔高度。

### 二、活動過程

1. 訂定 4 月 22 日『世界地球日』進行實地觀察：

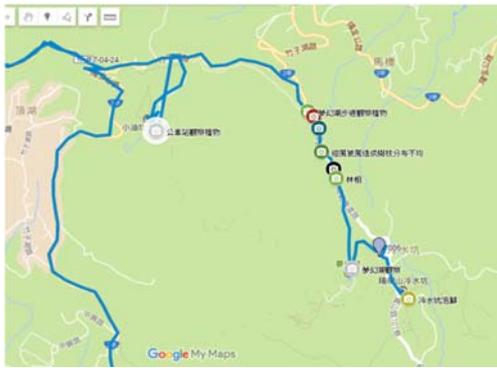
	
小油坑實地觀察	學生生態觀察與教師引導
	
夢幻湖實地觀察與教師引導討論	欣賞夢幻湖並討論其成因與生態觀察



冷水坑實地觀察-硫磺泉(含鐵)



冷水坑泡腳體驗與「冷水」溫度感受



GPS 軌跡\_活動行程軌跡



活動觀察：

在前往小油坑的路上，以一顆石頭上的地衣為例，引導學生觀察、發問、提出反駁並解釋的能力。



活動觀察：

學生觀察生存在火山地形的植物相，發現幾乎都是同一種芒草。推測可能



活動觀察：

1.學生利用嗅覺聞到濃濃的硫磺味；  
利用視覺觀察到小油坑地上一小攤水

跟火山地形所造成的酸性土壤有關係。同時也可以觀察到芒草的葉子周圍分布著一顆顆的小顆粒。

的冒泡；並利用溫覺體驗出氣孔的地熱。

2.提出水灘為什麼冒泡的問題。

學生回答：

-因為有氣體從地底冒出

-因為水被加熱至沸騰

3.利用溫度計量，發現僅有 85 度，據此觀察讓學生討論支持何項理論。



活動觀察：

學生自行探索、觀察並提問

活動觀察：

學生自行探索、觀察並提問。



活動觀察：

學生自行探索、觀察並提問

活動觀察：

觀察通泉草花的結構，辨別何者為雄蕊、雌蕊及雌蕊子房的位置。



活動觀察：  
分析火山的類型，以及岩石的種類。

活動觀察：  
為什麼有些石頭的顏色不一樣？  
空氣中聞到甚麼味道？  
推測溫泉水中含有甚麼成份？

2. GPS「我的軌跡紀錄」教學與製作：  
「我的軌跡紀錄」講義

### 我的旅行地圖製作 SOP

登入 Google 開啟你的旅程

1. 打開 Google 地圖，登入帳號。  

2. 登入後，從左上角選單 ☰ 中，找到「你的地點」。  

3. 選擇「地圖」，滑鼠移到最下方選擇「建立地圖」。  


4. 進入之後，出現以下編輯頁面。  

5. 點擊「無標題的地圖」，修改成想要的標題，完成後按下儲存。  

6. 點擊「無標題的圖層」，修改成想要的名稱，完成後按下儲存。  




「我的軌跡紀錄」學生操作情形



## 柒、教學方法

本研究試著以「合科教學、野外實察、探究學習」為目標，規畫【一堂生物、地理、地球科學與物理的教學與對話】。期盼融合多種「教學與學習模式」之內涵，讓學生在陽明山戶外實察過程中，以「由下而上的自主學習」，體會「系統性學習能力」以及「多元能力與素養」的重要性。

### 一、有效教學策略

因此我們希望透過合科的教學達到統整學習，並從真實的野外實察中激發學生解決問題的能力，並培養愛護環境的情意，其教學方法如下：

### 《進行跨領域的合科教學》

試著讓學生理解所謂的學科知識既粹取自我們的生活環境，亦造就了我們的生活環境，腳下踩踏的土地是地球科學、眼前所見的美麗地景是地理科學、與人類共生共榮的動植物是生物科學、物質與能量的本質基礎是物理科學。因此中等教育的合科學習不僅是趨勢、更是必然，將生活的本質回歸到學生知識學習的本位，也才能不斷回應學生對於「為什麼要學這個？」的大哉問。

### 《給予無痕山林的環保理念》

在活動進行中，我們推測於學生可能因生活的習慣或方便，可能會出現違反無痕山林的行為，此時我們會藉機再次與學生討論無痕山林的理念，反覆釐清無痕山林的理念與執行上可能的衝突，瞭解要達到無痕山林不僅是一個理念、口號，而是要身體力行的去實踐，最後更希望透過與環境的實際接觸與探討，引發學生喜愛環境、愛護環境的情懷。

### 《做中學的資訊融入操作》

而在教學活動上，亦同時利用資訊融入教學方式，以 GPS 的定位系統記錄實察軌跡與海拔高度，透過學習場域的觀察學習，探索空間與環境、生物之間的交互關係。因為所謂的有效教學，其實是一種師生共同成就的歷程(圖二)，為此，我們選擇了實際的野外環境，提供了觀察、發問、分析、回應的活動，使學生在真實的場域當中，以視覺觀察地形與生物景觀、以聽覺感受鳥叫蟲鳴、以嗅覺體驗小油坑硫化物的刺鼻臭味、以觸覺來分析土壤與植物的特色，在提供了這樣充分的學習資源後，藉由教師的引導與師生問答，達成預期的教學目標，而學習成果與目標達成率的評估，則以學習單和心智圖的形式具體呈現。



圖二：有效教學之師生共同成就歷程圖 (繪圖者：許鈺苓教師)

## 二、問題導向學習法

### 《由下而上的自主學習》

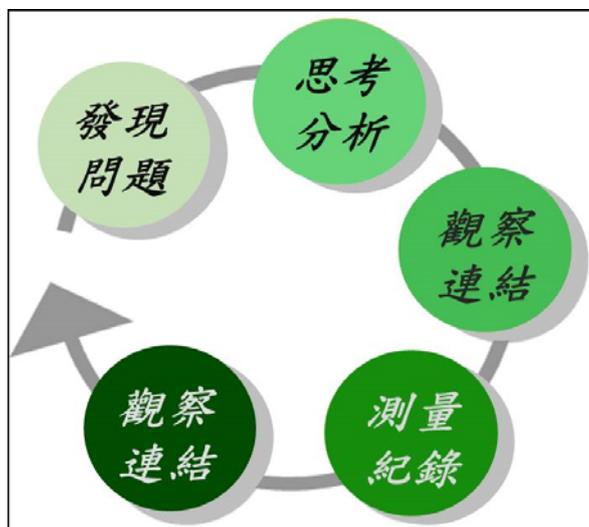
透過在真實場域中的教學策略，我們的設計特色之一，是以「由下而上的問題導向」學習，非以教師的知識講述做為課程的出發點，而是學生自主性的問題解決與小偵探式的探索解答來達到學科知識的融入與解決問題能力的養成，其步驟如下：



圖三：由下而上的自主學習示意圖 (繪圖者：許鈺苓教師)

- 步驟 1：在實察活動當中，透過觀察，學生試著提出疑問與好奇。例如：觀察到步道兩旁的植被分布，其植物族群的分布有明顯的分界線，提出問題，好奇為什麼是這樣的分布情況呢？
- 步驟 2：學生試著透過觀察、蒐集、討論、分析，將問題回答與說明。例如：學生陳述植被分布有明顯的箭竹林與樹林的差異，可能受到海拔高度的影響，較低海拔為針葉樹林、較高海拔林線以上為箭竹林。
- 步驟 3：教師從旁聆聽回答，引導協助釐清問題，例如：教師請學生先把目前的所在高度紀錄下來，並且鼓勵學生在下一個目的地時，可以再次對照高度與植被，進行資訊的蒐集與分析；二來亦透過發問，繼續延伸相關的議題，再次深入問題探論。例如：除了海拔高度之外，觀察一下山坡與山坳的景觀，會不會還有其他的影響因素呢？學生思考續答迎、背風面；教師再次引導，迎背風面小尺度影響風力大小、大尺度造成溫度與雨量的差異，你覺得這邊的主要影響植被空間分布的要素，應該是什麼？為什麼？

步驟 4：學生在與環境、教師、同儕的對話當中，將問題與回應做完整性的陳述、表列或將問題統整歸納出具有邏輯的心智圖模式，達成完整的發現問題→思考分析→觀察連結→測量紀錄→回應問題的系統性能力。



圖四：系統性能力示意圖 (繪圖者：許鈺苓教師)

### 三、合作學習法

#### 《小組討論分析與組間分享》

在教師的活動安排下，各小組針對所提出的問題，合作進行資料蒐集。例如：冷水坑為什麼要稱為冷水坑呢？小組成員開始進行溫度測量、紀錄；同時「坑」這個名稱所代表的地形景觀又是什麼樣的形式？成員合作拍照、繪製環景。讓小組內的合作學習更為多元且目標明確。最後在課程結束後於遊客中心，各組利用大海報將問題作為核心，並且將討論的過程以心智圖的形式繪製在周邊，最後將問題與回應透過簡單報告分享給其他組別。因此既有組內之間的相互合作，亦有組間的資訊交流與分享。有效讓學生學會合作的意義與造就更多知識交流的可能性。

捌、課程成效分析

一、教學評量：

1. 學習單

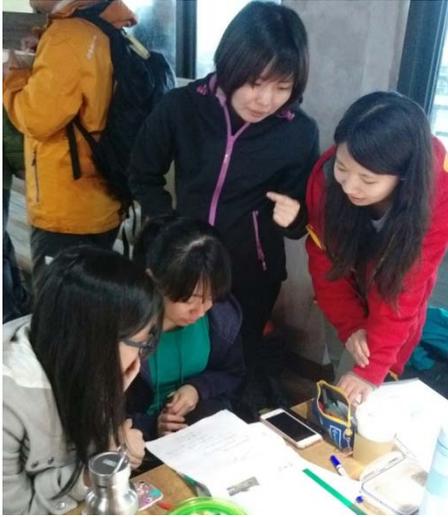
第一組	
<p>學生對在夢幻湖進行的觀察與提問 教師意見回饋： 提醒夢幻湖的夢幻與高度的關係。</p>	<p>學生對在夢幻湖進行的觀察與提問 教師意見回饋： 探討早期冷水坑的水溫，教師給予肯定及意見。</p>
第二組	
<p>學生對在冷水坑進行的觀察與提問 教師意見回饋： 學生經由觀察、討論，提出一個非常好的見解。</p>	<p>學生對在夢幻湖進行的觀察與提問 教師意見回饋： 肯定學生分析能力，給予正增強。</p>

### 第三組

<p><b>冷水坑</b></p> <p>1. 冷水坑在過去是一個湖泊地形，後因湖水外流乾涸，湖底露出形成今日的平坦窪地景觀。 請問過去此處的湖泊成因為何？</p> <p>ANS: 原為七星山和七股山之殘存形成的堰塞湖 湖水外流乾涸成現在的樣子</p> <p>YES! 因為大屯山系是為火山地形 其火山噴發之碎屑堵塞</p> <p>【小組報告】</p> <p>火碳母草的演化 → 裝病防蟲</p> <p>借由觀察植物葉片外觀的特殊性，推 論出其演化目的，結合課本與實際的 知識對應，Very Good!!</p>	<p>2. 很多人以為壯麗的火山噴發之後，必是寂靜的平原，然而實際上，地帶的溫度仍相對不 下來，殘留的結核持續發熱作用，進而形成如小油坑所見特殊的噴氣孔並蒸騰出山上 所見的溫泉，此即「後火山作用」。</p> <p>(1) 實驗目的已與學生溝通說明「後火山作用」形成原因，(2) 提供生活中可取得之材 料設計一簡單「後火山作用」中噴氣孔地帶原理的實驗，並將實驗所需材料 實驗布置、實驗裝置圖等記錄於下。</p> <p>ANS:</p> <p>1. 總黏土 2. 小蘇打 3. 酒精燈 4. 三腳架 5. 同質織物網 6. 水</p> <p>以小蘇打加熱來模擬氣體的 逸散，並加強最後爆發的力道 ，是一個有趣的實驗，但也要 酒精燈加熱</p> <p>2 2</p>
<p>學生對在冷水坑進行的觀察與提問 教師意見回饋： 學生經由觀察、提問及討論來學習。</p>	<p>學生對在小油坑進行的實驗設計 教師意見回饋： 後火山理論的物理實驗</p>

### 2. 小組討論與報告

<p>無痕山林體驗： 中午用餐垃圾減量，把垃圾帶下山。 中間的那位學生完全沒有製造垃圾。</p>	<p>小組討論： 跨科教師合作引導</p>



小組討論：  
跨科教師合作引導



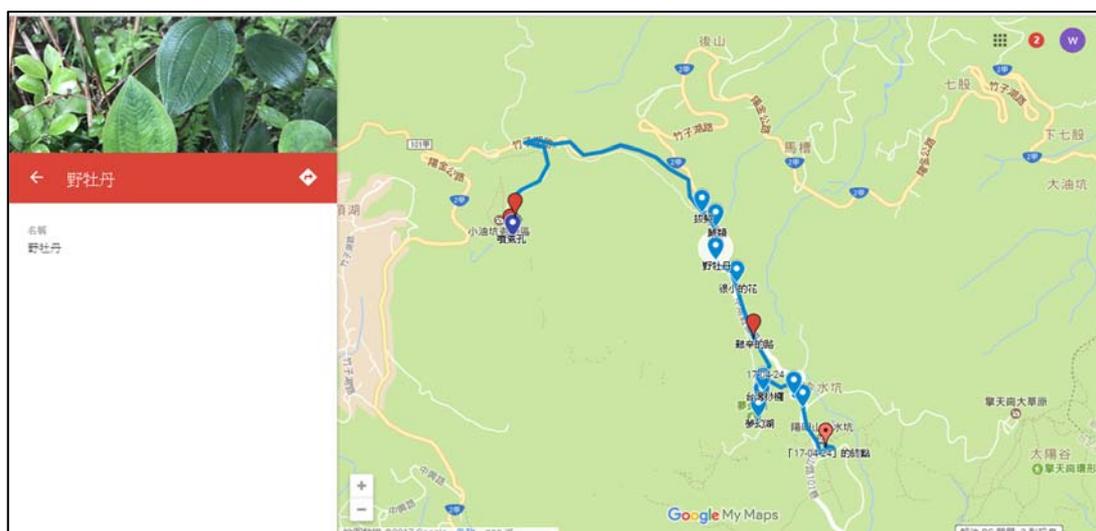
小組分享：  
觀察到菝葜葉的生長與刺的方向之關係，且發現莖的照光測與背光側顏色有所不同(如上圖示)，學生自行討論推測後，認為此現象有助於光合作用的效率增加。



<p>小組報告：</p> <p>在夢幻湖中觀察到的台灣水韭於水面下分布呈現一叢叢連續性分布，引起學生好奇。台灣水韭為蕨類植物，成熟時以孢子散播，隨著孢子散播的途徑而形成台灣水韭於夢幻湖的奇特分布。</p>	<p>小組報告：</p> <p>在前往夢幻湖的途中，沿途上不斷出現這種具有 V 形花紋的火炭母草，學生提出對於這花紋感到疑惑，後來的觀察中，發現火炭母草與其它的葉子比起來被蟲咬的比較少，而植物生病時常常會爛掉發黑，因此認為這是火炭母草「裝病」的招數。</p>
--	---

### 3. GPS 的定位使用

學生作品：紀錄 GPS 軌跡路徑，並將照片插入行經的點。



第一組「我的軌跡記錄」

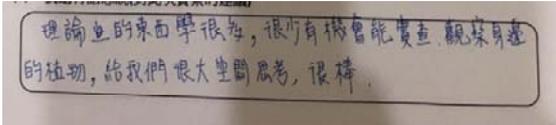
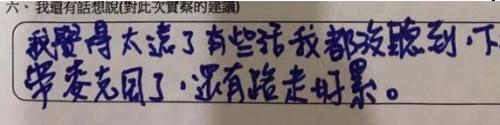
第二組「我的軌跡記錄」

第三組「我的軌跡記錄」



## 二、教學成果

### 1. 學生意見回饋

	
<p>➤ <b>學生意見回饋：</b></p> <p>『理論的東西學的很多，很少有機會能實查，觀察身邊的植物給我們很大空間思考，很棒』</p> <p>➤ <b>教師省思：</b></p> <p>學生能感受實察的目標與意義，讓活動規劃與執行的教師們開心且有成就感。</p>	<p>➤ <b>學生意見回饋：</b></p> <p>『我覺得太遠了有些話我都没聽到，下次要帶麥克風了，還有路走好累。』</p> <p>➤ <b>教師省思：</b></p> <p>活動雖然設定為學生觀察與自主提問，但教師引導仍是不可或缺項目，因此日後再執行活動時，可攜帶隨身麥克風，讓學生們更能聽清楚教師的引導。</p>

### 2. 問卷結果與分析：

核心能力													
<p>(1) 教師有清楚說明此次實察的路程規劃、課程內容與學習目標。</p>	 <table border="1"> <caption>問卷結果 (1)</caption> <thead> <tr> <th>反應</th> <th>人數</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>非常同意</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>同意</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>普通</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>不同意</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>非常不同意</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	反應	人數	非常同意	4	同意	3	普通	0	不同意	0	非常不同意	0
反應	人數												
非常同意	4												
同意	3												
普通	0												
不同意	0												
非常不同意	0												
<p>(2) 我清楚了解此次實察的課程內容與學習目標。</p>	 <table border="1"> <caption>問卷結果 (2)</caption> <thead> <tr> <th>反應</th> <th>人數</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>非常同意</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>同意</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>普通</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>不同意</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>非常不同意</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	反應	人數	非常同意	5	同意	2	普通	0	不同意	0	非常不同意	0
反應	人數												
非常同意	5												
同意	2												
普通	0												
不同意	0												
非常不同意	0												

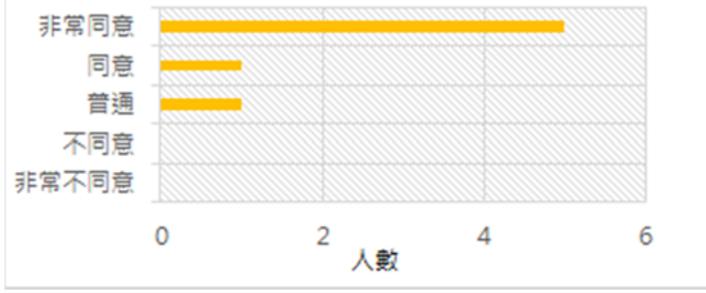
學生自評													
(1) 我有認真參與此次實察，並且仔細聽從解說與指導。	<table border="1"> <tr><th>評語</th><th>人數</th></tr> <tr><td>非常同意</td><td>4</td></tr> <tr><td>同意</td><td>1</td></tr> <tr><td>普通</td><td>2</td></tr> <tr><td>不同意</td><td>0</td></tr> <tr><td>非常不同意</td><td>0</td></tr> </table>	評語	人數	非常同意	4	同意	1	普通	2	不同意	0	非常不同意	0
評語	人數												
非常同意	4												
同意	1												
普通	2												
不同意	0												
非常不同意	0												
(2) 我會主動思考問題或針對實察內容進行提問。	<table border="1"> <tr><th>評語</th><th>人數</th></tr> <tr><td>非常同意</td><td>3</td></tr> <tr><td>同意</td><td>3</td></tr> <tr><td>普通</td><td>1</td></tr> <tr><td>不同意</td><td>0</td></tr> <tr><td>非常不同意</td><td>0</td></tr> </table>	評語	人數	非常同意	3	同意	3	普通	1	不同意	0	非常不同意	0
評語	人數												
非常同意	3												
同意	3												
普通	1												
不同意	0												
非常不同意	0												

課程內容													
(1) 我認為老師準備的課程內容充實、豐富且份量適中。	<table border="1"> <tr><th>評語</th><th>人數</th></tr> <tr><td>非常同意</td><td>5</td></tr> <tr><td>同意</td><td>2</td></tr> <tr><td>普通</td><td>0</td></tr> <tr><td>不同意</td><td>0</td></tr> <tr><td>非常不同意</td><td>0</td></tr> </table>	評語	人數	非常同意	5	同意	2	普通	0	不同意	0	非常不同意	0
評語	人數												
非常同意	5												
同意	2												
普通	0												
不同意	0												
非常不同意	0												
(2) 我認為這次的課程能提升自己的觀察能力	<table border="1"> <tr><th>評語</th><th>人數</th></tr> <tr><td>非常同意</td><td>4</td></tr> <tr><td>同意</td><td>3</td></tr> <tr><td>普通</td><td>0</td></tr> <tr><td>不同意</td><td>0</td></tr> <tr><td>非常不同意</td><td>0</td></tr> </table>	評語	人數	非常同意	4	同意	3	普通	0	不同意	0	非常不同意	0
評語	人數												
非常同意	4												
同意	3												
普通	0												
不同意	0												
非常不同意	0												

教學方法													
(1) 我認為實察的授課方式，可以有效提昇我的學習興趣。	<table border="1"> <tr><th>評語</th><th>人數</th></tr> <tr><td>非常同意</td><td>5</td></tr> <tr><td>同意</td><td>1</td></tr> <tr><td>普通</td><td>1</td></tr> <tr><td>不同意</td><td>0</td></tr> <tr><td>非常不同意</td><td>0</td></tr> </table>	評語	人數	非常同意	5	同意	1	普通	1	不同意	0	非常不同意	0
評語	人數												
非常同意	5												
同意	1												
普通	1												
不同意	0												
非常不同意	0												

<p>(2) 我認為老師在解說時會適時引導學生發問。</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Number of People</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>非常同意</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>同意</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>普通</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>不同意</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>非常不同意</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Number of People	非常同意	5	同意	2	普通	0	不同意	0	非常不同意	0
Response	Number of People												
非常同意	5												
同意	2												
普通	0												
不同意	0												
非常不同意	0												

學習與評量													
<p>(1) 我認為我已學會地理工具中的 GPS 的操作定位與軌跡紀錄。</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Number of People</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>非常同意</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>同意</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>普通</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>不同意</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>非常不同意</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Number of People	非常同意	1	同意	4	普通	2	不同意	0	非常不同意	0
Response	Number of People												
非常同意	1												
同意	4												
普通	2												
不同意	0												
非常不同意	0												
<p>(2) 綜合而言，我對這門課程的學習效果滿意且很有收穫。</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Number of People</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>非常同意</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>同意</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>普通</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>不同意</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>非常不同意</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Number of People	非常同意	5	同意	2	普通	0	不同意	0	非常不同意	0
Response	Number of People												
非常同意	5												
同意	2												
普通	0												
不同意	0												
非常不同意	0												
<p>(3) 這次的課程能讓我更理解生物與環境之間的互動</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Number of People</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>非常同意</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>同意</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>普通</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>不同意</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>非常不同意</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Number of People	非常同意	4	同意	2	普通	1	不同意	0	非常不同意	0
Response	Number of People												
非常同意	4												
同意	2												
普通	1												
不同意	0												
非常不同意	0												
<p>(4) 我以後會檢視自己的生活習慣，並減少自己對環境造成的影響。</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Number of People</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>非常同意</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>同意</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>普通</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>不同意</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>非常不同意</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Number of People	非常同意	4	同意	2	普通	1	不同意	0	非常不同意	0
Response	Number of People												
非常同意	4												
同意	2												
普通	1												
不同意	0												
非常不同意	0												

<p>(5) 在今天的活動中，我能將已知的科學知識與環境做連結，用以解釋觀察到的現象。</p>	
<p>(6) 我能發現問題，並運用科學知識提出假設、設計實驗、分析結果並得出結論。</p>	

### 3. 學生心得

在寒風中，亦保有熱情學習 bravo!  
老師也感謝大家的主動參與

【活動心得】  
 踴躍：雖然今天下雨又滿冷的，可是一路上發現了超多新奇的東西，像是超小的花還有同時具有平行脈跟網狀脈等……。除此之外，我們還去了夢幻湖和冷水坑泡腳，學到了冷水坑的由來以及欣賞了夢幻湖的美景，非常充實！

踴躍：美女的啟：其實我本來不知道會在途中認識這麼多種植物，100m內就停留了半小時。雖然今天很冷，但是能看到夢幻湖，泡到腳，就值得了。

Beauty & Beast 謝謝4位美女♥

6

That's right! 今天老師也很高興可以看  
到你們舉一反三，非常棒的表现!

【活動心得】

這次的活動真的很有趣，我從以前就很愛看大自然  
的各種事物，我看到很多東西，心中都會有很多疑  
問，今天這些疑問通通可以解答，我們問老師，  
老師也不會告訴我們解答，要讓我們自己思考，自己想  
到答案，我們總是等老師給我們正確解答，而忘記  
自己<sup>學會思考</sup>思考，藉由這次活動，不止見到生態的各種  
樣貌，也學到如何動腦。

一味得到答案以視思考，一切都會被局限，自  
己思考，可以延伸出更多的可能，因為我們什麼都不知道，  
就不會一直局限於一個小視角，什麼樣的想法都能出現。  
自己提出問題，能解決問題，有一種莫名的成就感，以後  
不學也可思考，// 如果沒有來這次活動，看路上看到那  
些花草，可能就覺得那只是雜草，可是今天看完這些  
植物後，就發現其實很多各有特色的植物，收穫很多。

【活動心得】

第一次在又冷又下雨的天氣爬陽明山，  
感受非常深刻，才爬一小段路，途中的植被  
的差異卻非常大，一路上身旁的小草小花都  
是觀察討論的對象，一直看到的火  
母草，葉上的黑斑竟然是裝病防身，我從來沒  
想過植物會裝病，太神奇了，要做到無痕山林  
真的很難，不注意垃圾就一大堆，太可怕了

**確實！要讓無痕山林不只是理念，而是要落  
實對環境的愛護並不容易，若能不斷提醒自  
己未來不論身在何方都要盡量無痕，並把這  
樣的感染力帶出去！相信地球會越來越好！**

我喜歡這種別於以往的戶外探索模式，  
這次爬陽明山好像隨身帶著知識百  
庫一樣，可以一直詢問生物老師各式  
各樣的問題，加上只有七個學生，所  
以可以问到比較多，而且生物老師不  
斷提問，勾起我們的興趣，讓我喜歡  
生物。這次爬陽明山一回來沒多久我就睡  
死了，發現我體力上的不足，而老師們  
還神采奕奕，我靠母軒的體能，  
走出戶外。以引導代替給予，相信會到于  
的會更多!

## 玖、省思與展望

透過生物、地理、地球科學、物理四科的合科教學讓學生能夠更宏觀、更完整的角度認識環境，落實「做中學」的有效學習，將學生帶出戶外，等於學生教室帶著走，藉由實際體驗、觀察，培養學生發掘問題。未來希望能讓更多學生能參與此課程。

本次活動設計在陽明山進行，是個大眾運輸方便到達的地方，同時也是學生成長過程中一定有聽過、去過的地方，讓他們體驗這麼耳熟能詳的地方，他們是否真的用心去觀察過我們這個美麗的臺灣寶島，這個在我們生活地區的寶藏。只可惜當天氣候不佳，下雨且有濃霧，很多大面向的地景無法觀察到，好在下午霧漸漸散去，能看到迷濛夢幻的夢幻湖及清晰開闊的夢幻湖。

在這過程中，除了培養學生觀察能力，提出問題的能力，及用跨學科知識統整解決問題的能力之餘，我們也希望學生能理解無痕山林及碳足跡的概念，理解知識面與實行面之差異，進而生活中落實環境保護，灑下生態保育的種子，靜待孩子們再將這愛護山林的心帶給更多的人。

**就前述課程成效分析結果，對應學習目標觀察與省思如下：**

**學習目標(一)：培養學生的觀察、推理和理性思辨等技能及批判思考能力。**

依回饋表第 4.6 題與學習單之回饋得知學生在此次學習中發現自己的觀察能力提升，也更能主動思考問題或針對實察內容進行提問。

平時學生學習的知識，大多限於課本的文字介紹，學習方式也多是單向的教與學，缺少主動思考、實作的訓練，因此一開始對於觀察和提問有些生疏，但在合適的引導下，學生們逐漸打開了觀察的心與眼睛，感受到身處於山林的美與神奇。如同學生於心得中提到的，「沒想到短短 100 公尺的步道就停留了半小時」、「一路上發現超多新奇的東西」。對於觀察環境後提出的問題，學生也能抽絲剝繭的推理可能的原因、討論多種可能的驗證方法、判斷各種原因和方法的合理性和可行性，並有條理的呈現於學習單上。

**學習目標(二)：培養學生解決問題與整合知識的能力，打破學科之間的限制，運用多元的能力來進行空間、生態與區域觀點之探討。**

**學習目標(三)：科學過程技能（如：推理、預測、解釋資料、提出假說、設計實驗等）和科學態度（如：虛心、尊重數據、不輕下結論等）的培養。**

由回饋表第 13.14.題分析結果與學習單及當天的觀察發現，因為平時相關訓練較有限，因此即使剛開始時學生們興致勃勃，但很快的，對於觀察環境細節、深入思考、資料蒐集分析、推理，甚至提出假設及實驗設計等等任務，學生們開始因不熟悉而有些不知所措，要求學生學習提問時，學生也較難找到合適的切入點提出問題，而後透過循序漸進的引導、同學間的討論與彼此激盪，開始出現每一次嘗試小小的成功，於是再次逐步建立起信心和嘗試的勇氣，直到專注地投入在學習當中，樂此不疲。除此之外，學生對於每個學習單上的問題都全力去解決，各組的提問及解決方式都有一定的深度；後火山作用模擬實驗的設計也別出心裁，學生能夠自生活中取材，且在適當的引導下，學生都能抓到實驗設計的細節、降低干擾與誤差的變因、設計出符合後火山作用原理的實驗，以驗證推理與假設。最後的成果分享更呈現出比我們原先預期更好的成果，經過了一天精實的課程雖然下著雨，在學生們臉上卻不見疲憊，紛紛和我們今天的課程真的很有挑戰，和教室內的學習很不一樣，雖然會感到困難，但一整天的課程確實帶給他們很不一樣的學習體驗，發現知識的實用與樂趣，以及對環境有了更深的認識與情感，同時發現自己可以做到的比想像的更多。

**學習目標(四)：培養進行野外實察、蒐集、整理及分析資料的方法，並將結果以圖表、報告等型態呈現。**

**學習目標(五)：學習 GPS 定位使用，將資訊科技融入課程，記錄所觀察到的事物及地理位，並推測兩者之間可能的相關性。**

由回饋表第 9 題分析結果與學習單看出學生對 GPS 的操作定位與軌跡紀錄等學習成效大多落在同意與普通，相較其他幾個項目沒有預期的佳。主要原因可能在於回饋表於當天的活動結束時填寫，而 GPS 的軌跡分析與討論則安排在活動回來之後幾天。後來經與學生討論，學生普遍認為之後的分析與討論更加熟悉並了解地理工具的使用與分析，學習成效於此時更能發揮出來。

**學習目標(六)：**以認識生物之共同性及環境多樣性為基礎，並了解周遭景觀的人為活動，進而體會保護生態環境及永續發展的重要性。

**學習目標(七)：**以無痕山林的概念培養學生尊重生命，體驗保護環境的生活態度，主動關心珍惜地球環境，強化永續發展的理念。

統整回饋表第 11.12 題分析結果與學生心得，在此次課程中能比在教室中講述更深刻的將無痕山林的概念、尊重生命的價值觀放入學生心中。因為儘管我們在行前教育已經宣導「無痕山林」的概念，但還是有學生在不知不覺中製造了不少垃圾，當最後成果報告時要求把大家今天所製造的垃圾拿出來，其中一組學生很驚訝自己竟然默默的生產這麼多垃圾，並許諾之後會檢視自己的生活習慣。但也有學生認為在他離開山林後，不一定會為了垃圾減量檢視自己的生活方式，或許一天的體驗時間太短，或者我們應該想出更「有感」的教學活動。

跳脫出教室的框架，帶學生走入大自然，活化學習，並在探究中帶領學生更深入的與環境對話，將所學真正融入生活的環境裡，運用已知的知識，從實作中學習，原是我們此次課程的主要目標。實際執行此次課程，由學生的學習歷程、成果分析可看到，這樣合科的教學並結合生活與環境的學習，更能有效的培養學生觀察、推理和理性思辨等技能，運用實際的任務建立學生發現問題、解決問題與整合知識的能力，也能讓學生更深刻地感受到與環境間的連結。不過經我們分析課程回饋表的結果，也有少數同學覺得自己沒有非常投入整個活動，可能因為那天天氣不佳，加上有同學反應距離太遠聽不到，而無法參與整體的觀察與討論，之後課程的實行上必須精確掌握學生狀況並即時尋求其他教師的協助。

從課程設計到實施課程，學習最多的其實是教師本身，透過此次行動研究，讓我們有機會再次深入思考教與學的意義和可能性。我們期望帶給學生的不只是知識，而是能夠活用、帶得走的能力，未來若有機會，也期望能將此次經驗複製、推廣，帶給學生不一樣的學習！

## 拾、參考文獻

1. 中華民國陽明山國家公園管理處官方網站(2017.3.20)。 <http://www.ymsnp.gov.tw>
2. 行政院農委會林務局官方網站(2017.3.20)。 <https://www.forest.gov.tw/>

- 3.吳清山、林天祐（1996）。合作學習。教育資料與研究，13，75。
- 4.高博銓（2014）。有效教學的理念與策略。實踐大學教學發展中心家庭研究與兒童發展學系(所)簡報檔。
- 5.陳木金(2007)。問題導向學習法與反思學習法在校長學習之應用。國立台北教育大學舉辦「校長的學習國際學術研討會」會議手冊，237- 252。
- 6.曾秋華(2005)。運用「合作學習」於國小英語混合能力教學之研究，11。
7. Neufeld,V.R.& Barrows,H.S.(1974). The "McMaster philosophy" an approach to medical education. *Medical Education*,49, 1040-1050.