

# 永續校園教學模組設計

## 壹、教學主題：為地球降溫

### 貳、設計理念

本校將生態、節能、健康、循環、人文關懷列為「永續校園」發展的願景和目標，近年來全球暖化的問題日益嚴重，關乎全體人類生存與永續發展之重要課題。此刻，學校教育更應肩負起喚醒覺知、強化概念與採取行動的重要任務。因此，我們將本年度的永續校園課程的主題定為：「為地球降溫」，將本校的永續校園改造的內涵，透過課程活動，讓學生體認到原生植被的厚植，對於環境節能、降溫、氣候調節、二氧化碳固定、空氣品質淨化的功效，並透過實際的栽植行動，讓小學生也可以對降低全球暖化作出一些貢獻。

### 參、學習目標

- 一、學習植物栽培的技能。
- 二、認識綠色植物對建築物節能、降溫的功效。
- 三、認識綠色植物對於淨化空氣品質與二氧化碳減排的功效。
- 四、學習觀察植物、照顧植物、尊重生命的態度。

### 肆、學習領域分段能力指標

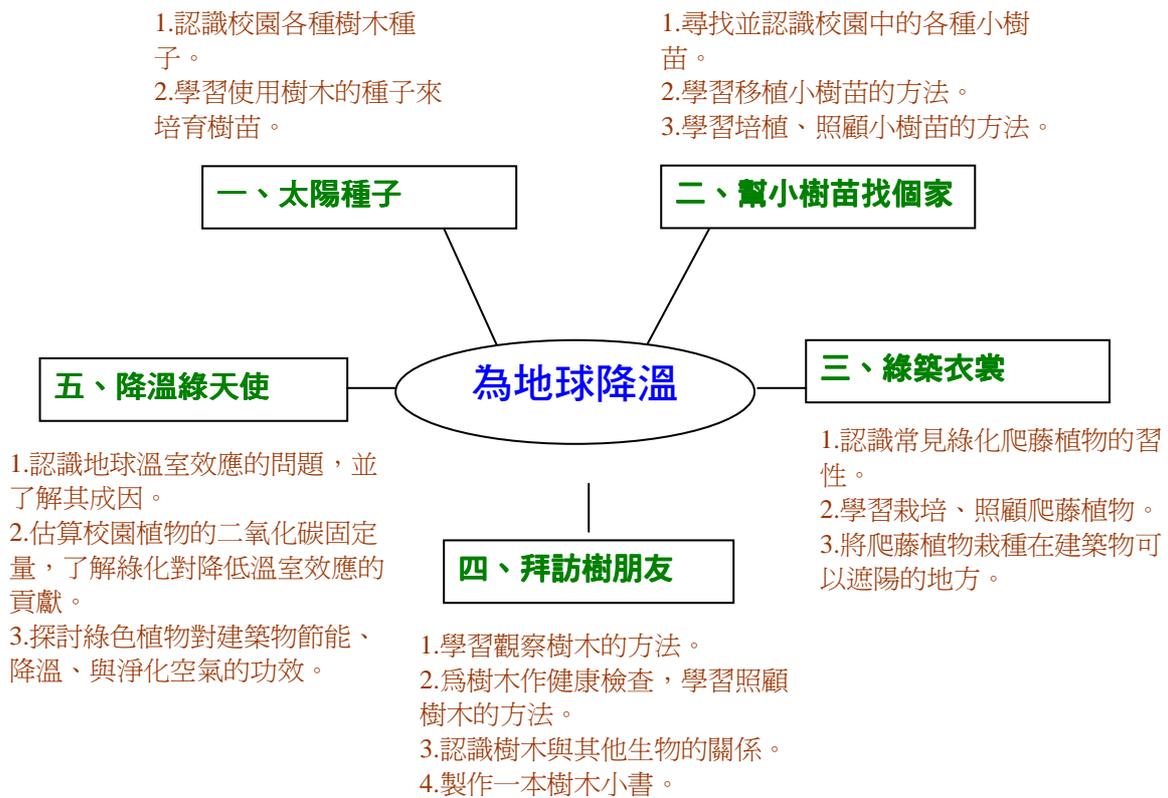
學習領域	分段能力指標
自然與生活科技	2-2-2-1 實地種植一種植物，飼養一種小動物，並彼此交換經驗。藉此栽種知道植物各有其特殊的構造，學習安排日照、提供水份、溶製肥料、選擇土壤等種植的技術 2-2-1-1 對自然現象作有目的的偵測。運用現成的工具如溫度計、放大鏡、鏡子來幫助觀察，進行引發變因改變的探究活動，並學習安排觀測的工作流程 5-2-1-1 相信細心的觀察和多一層的詢問，常會有許多的新發現 5-2-1-2 能由探討活動獲得發現和新的認知，培養出信心及樂趣 6-2-3-1 養成主動參與工作的習慣
社會	3-2-1 關懷家庭內外環境的變化與調適。 5-2-2 了解認識自我及認識周圍環境的歷程，是出於主動的，也是主觀的，但是經由討論和溝通，可以分享觀點與形成共識。
數學	N-2-02 能熟練整數加、減、乘、除的直式計算。 N-2-03 能熟練整數四則混合運算，並解決生活中的問題。 N-2-05 能用四捨五入法，對某數在指定位數取概數，並作加、減、乘、除之估算。 C-R-02 能察覺數學與其他領域之間有所連結。 C-T-02 能把情境中數、量、形之關係以數學語言表出。
綜合活動	2-2-1 做好日常保健，實踐個人生活所需的技能及一般禮儀。 4-2-4 舉例說明保護及改善環境的活動內容。
環境教育	1-2-1 覺知環境與個人身心健康的關係。

	2-2-1 能瞭解生活周遭的環境問題及其對個人、學校與社區的影響。
	4-2-4 能運用簡單的科技以及蒐集、運用資訊來探討、瞭解環境及相關的議題。
	5-2-1 能具有參與調查與解決生活周遭環境問題的經驗。
	5-2-3 執行綠色消費、環境保護節日及環境關懷行動。

## ■課程模組架構

主題	活動名稱	活動目標	活動時間	結合領域
為地球降溫	1. 太陽種子	1. 撿拾校園中樹木的種子。 2. 認識校園中各種樹木種子的形態及傳播的機制。 3. 學習使用樹木的種子來培育樹苗。	80 分鐘	自然與生活科技
	2. 幫小樹苗找個家	1. 尋找並認識校園中的各種小樹苗。 2. 學習移植小樹苗的方法。 3. 學習培植、照顧小樹苗的方法。	80 分鐘	自然與生活科技
	3. 綠築衣裳	1. 認識常見綠化爬藤植物的習性。 2. 學習栽培、照顧爬藤植物。 3. 將爬藤植物栽種在建築物可以遮陽的地方。	80 分鐘	自然與生活科技
	4. 拜訪樹朋友	1. 學習觀察樹木的方法。 2. 為樹木作健康檢查，學習照顧樹木的方法。 3. 認識樹木與其他生物的關係。 4. 製作一本樹木小書。	160 分鐘	自然與生活科技
	5. 降溫綠天使	1. 認識地球溫室效應的問題，並了解其成因。 2. 估算校園植物的二氧化碳固定量，了解綠化對降低溫室效應的貢獻。 3. 探討綠色植物對建築物節能、降溫、與淨化空氣的功效。	80 分鐘	自然與生活科技 社會

## ◆課程模組架構圖



## 伍、單元學習活動

### ■活動一：太陽種子

#### 一、活動目標

1. 撿拾校園中樹木的種子。
2. 認識校園中各種樹木種子的形態及傳播的機制。
3. 學習使用樹木的種子來培育樹苗。

#### 二、活動時間：彈性節數 80 分鐘。

#### 三、活動地點：教室、校園。

#### 四、準備事項：教學簡報、小盆子、培養土。

#### 五、活動過程

1. 教師利用簡報，介紹校園中各類型植物的種子，及其傳播方式。教學進行方式可以讓小朋友先就自己的生活經驗，猜猜看這是誰的種子？學校哪裡可以看得得到？然後猜猜看，這類的種子是以什麼樣的方式來進行傳播。
2. 老師帶領著小朋友到校園中去尋找課堂中介紹的種子，並觀察種子的形態樣貌，觀察或是試種子傳播的方式。
3. 將找到的種子帶回教室，並教導小朋友栽種的方法。
4. 說明日後照顧上須要注意的事項，請小朋友用心照顧，並鼓勵小朋友可以為「太陽種子」寫觀察小記。
5. 提醒學生種子發芽日漸長大之後，需要為他換一個大小適中的花盆，等到樹苗約長大到和其身高相同時，就可以找一個適合他生長的环境，將其移植栽種在土地上。

## 六、給老師的建議

## 七、參考資料

### ◆ 種子森林栽種方式：

步驟 1 在小花盆裡裝上 7 分滿的培養土。

步驟 2 把種子依芽點方向一顆顆的栽植在盆裡。

步驟 3 舖上麥飯石到八分滿。

步驟 4 噴水；第 1 次噴水讓土壤及種子完全濕潤，以後 1 至 2 天噴水 1 次。

步驟 5 在標籤卡上寫下種子名稱和栽種日期就完成了。

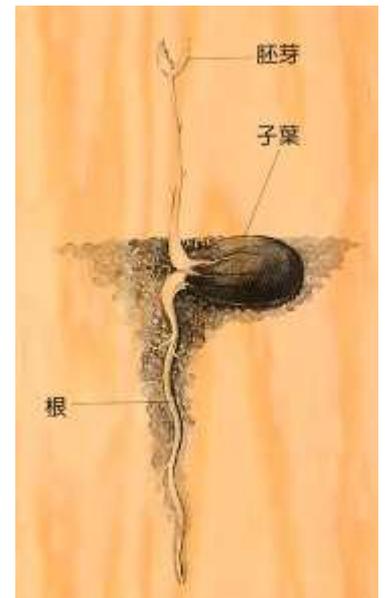
步驟 6 2 週後開始發出嫩芽。

步驟 7 2~3 週後開始長出葉子。

步驟 8 1 個月後種子森林出現了步驟 9 可再加上裝飾用的礦石

### ◆種子的休眠、發芽和儲藏

臺灣林木種子的發芽和儲藏性質與世界其他區比較，複雜且多樣性。就種子發芽而言，許多林木種子成熟後，在良好的環境下極易發芽，但仍有為數不少的種子雖然給予足夠的溫度、水分和空氣，仍然不能發芽，或發芽遲緩，這些休眠的種子必須經過一段季節的變化，或改變了內在種子的形態和生理作用，或改變外在的種皮結構之後，才有發芽的可能。種子休眠分類根據胚和胚以外部位分為外在（胚乳、種皮和果皮）休眠和內在（胚部）休眠二大類。外在休眠包括物理性、化學性和機械性等休眠。物理性休眠是指種皮構造太緊密，無法獲得足夠水分和空氣，就是所謂硬實種子；化學性休眠是指種子含有發芽抑制物質如酚類和 ABA 等，阻礙發芽；機械性休眠是指除硬實種皮限制胚生長外，尚包括抑制物質存在或生理休眠等使種子不發芽。內在休眠包括形態性、生理性或組合性等休眠。形態性休眠是指種子胚發育未完全，須在暖溫層積下再給予一段發育生長期，才能發芽；生理性休眠是指胚雖發育完全，但代謝活動仍低，須經一段低溫層積，使胚部之酵素、生長調節素、可溶性代謝物質和其他物質等增加後才能發芽；組合性休眠是指種子兼具有內外在此的休眠，須利用暖低溫層積或配合其他藥劑處理，休眠才能解除。總之，一些樹種果實成熟掉落地面，種子未必成熟，須經過一段成熟期(maturation)，才算是真正成熟。而此成熟胚再於低溫下經過一段生化和生理變化過程，此稱為後熟作用(after-ripening)，胚根才能伸長發芽。



## 八、教學省思

## 九、學習心得與成果

## ■活動二：幫小樹苗找個家

### 一、活動目標

- 1.尋找並認識校園中的各種小樹苗。
- 2.學習移植小樹苗的方法。
- 3.學習培植、照顧小樹苗的方法。

### 二、活動時間：彈性節數 80 分鐘。

### 三、活動地點：教室、校園。

### 四、準備事項：教學簡報、小鏟子、花盆、培養土。

### 五、活動過程

1. 教師利用簡報，介紹校園中常見的各種小樹苗。教學進行方式可以讓小朋友先就自己的生活經驗，猜猜看這是什麼樹的樹苗？學校哪裡可以看得到？
2. 老師帶領著小朋友到校園中去尋找課堂中介紹的小樹苗，並觀察小樹苗的形態樣貌，比較看看長大的樣子和小時候的樣子有什麼不同？
3. 看過幾種常見的小樹苗之後，接著由老師示範小樹苗的移植方式（請詳見參考資料）。
4. 學生依照老師所教導的方式，進行小樹苗的移植，將小樹苗移植到花盆中。。
5. 提醒學生小樹苗日漸長大之後，需要為他換一個大小適中的花盆，等到樹苗長大到約和其身高相同時，就可以找一個適合他生長的環境，將其移植栽種在土地上。
6. 延伸活動：扮演一棵樹（詳見參考資料）。

### 六、給老師的建議

### 七、參考資料（摘錄自內政部綠建築推動方案手冊）

#### ◆移植方法要求：

1. 移植季節以春季為主，夏秋季為輔。
2. 苗木從掘苗、栽植、運送整個過程要儘速，盡量縮短苗木根繫暴露的時間。
3. 苗木要求帶適量原床土，栽前要將主根剪斷，留主根長度為 15-20 釐米，總側根幅度 15-20 釐米。
4. 移植苗地上部分的葉子要適當剪少些，但頂芽一定要保留。
5. 栽植深度應比原苗床生長時稍深一些。
6. 栽後立即灌水，每隔 3-7 天再澆二、三遍水。

#### ◆扮演一棵樹（延伸活動）

將小朋友帶到戶外，告訴他們現在我們每一個人都是一棵小樹苗，請大家閉起眼睛跟著我的話，讓自己變成一棵小樹苗：「你就是一棵小樹苗，爲了要長大，你要不斷的吸取泥土中的養分及水分，小樹苗喝牛奶時是從根部喝起的喔！再送到莖部，最後送到葉脈。風來了，小樹苗的根用力地抓住泥土，不讓自己被風吹倒，呼……呼……（風吹聲）；雨來了，雨打在小樹苗的葉子上，啪…啪……、莖部也濕了！可是小樹苗的根在這個時候不斷地吸取水分，……吮……吮……（吸水聲），風雨越來越小…….越來越小……，陽光從雲裡伸出手腳來，撫摸著小樹苗的葉子，撫摸著小樹苗的身體。樹林的小鳥唱著快樂的歌聲，小樹苗也感到非常的快樂。這時候小樹苗看看自己，才發現自己在風雨過後又長高了一吋。」

### 八、教學省思

### 九、學習心得與成果

## ■活動三：綠築衣裳

### 一、活動目標

- 1.認識常見綠化爬藤植物的習性。
- 2.學習栽培、照顧爬藤植物。
- 3.將爬藤植物栽種在建築物可以遮陽的地方。

二、活動時間：彈性節數 80 分鐘。

三、活動地點：教室、校園。

四、準備事項：教學簡報、小鏟子、花盆、培養土。

### 五、活動過程

1. 教師利用簡報，介紹校園中及一般常見的綠化爬藤植物，說明每一種爬藤植物的特性（常綠否、攀爬方式、開花、用途、栽種方式等）。
2. 老師帶領著小朋友到校園中去尋各種爬藤植物，並觀察其攀爬方式。
3. 觀察過校園中的爬藤植物之後，接著由老師爬藤植物的栽種方式（請詳見參考資料）。
4. 學生依照老師所教導的方式，進行爬藤植物的扦插栽種，將爬藤植物種植在花盆中。
5. 提醒學生依據爬藤植物所需要的土壤潮濕度，約 1-2 天澆一次水。
6. 兩個星期之後，觀察爬藤植物是否有發出新芽或長出新葉，藉以判斷是否栽植成功，栽植成功之後，找一處可以協助建築物遮陽的地方來栽種。

### 六、給老師的建議

七、參考資料：（摘錄自內政部綠建築推動方案手冊）

#### ◆常見綠化爬藤植物介紹

名稱、特性、繁殖方式	圖片
<p>●使君子 又稱留求子、山羊尿、仰光藤、醉水手 屬於落葉性藤本植物，幼株各部有銹色短絨毛。葉具短柄，對生，長橢圓形，長 6~10 公分，全緣或波狀緣。花具芳香，為頂生下垂之穗狀花序，萼筒管狀，細長而長達 6~7 公分，先端短三角狀裂，花初開時花瓣色白後轉深粉紅色。庭園樹、綠廊，其果味甘，常用以治小兒蟻蟲、小便白濁等。花葉可提煉香精。喜溫暖環境，怕風寒。宜栽於向陽背風的地方。對土壤選擇不嚴，以中等肥力的砂質壤土為好。種子或扦插或分株繁殖。</p>	

### ●金銀花

長桃形或圓桃形，葉面成深綠色，葉背白綠色，被有絨毛。夏秋開花，花初開為白色，後轉為黃色，隨著時間的增加會逐漸變黃，因有白色與黃色混雜其間故稱金銀花，採其花苞曬乾，就是中藥材的金銀花，俗稱忍冬花。為球形漿果，初為綠色，黑熟。多年生纏繞性木質藤本植物忍冬的花蕾。我國南北各地均有分佈。夏初當花蕾含苞未放時採摘，晾曬或陰幹，生用或炒用。繁殖方式：剪半木質化枝條每段 2~4 節，斜插於河砂或舒鬆的培養介質。



### ●炮仗花

常綠藤本植物，枝條可長達 20 公尺以上，莖上有捲鬚可攀附其他物體生長。喜日光充足，排水通風場所。葉: 奇數羽狀複葉，對生，光滑革質，全緣而尖頭，葉柄有茸毛。花: 圓錐花序，花序下垂而花朵呈微彎之長筒狀，花冠裂片反捲，花橙紅色，上唇有 2 片，下唇為 3 片。小花數眾多，冬至春季開花。果實: 蒴果線形。葉為羽狀複葉，對生。花形管狀，橙紅色。常做為可用扦插及壓條法繁殖。繁殖方式: 扦插或壓條法繁殖。前者於春、秋兩季剪取一、二年生枝條，長約 20-30 公分為插穗，行扦插繁殖。後者，取較長蔓莖，於距枝約 0.5-1 公尺處環狀剝皮，埋入土中，約 3~4 個月便能生根。

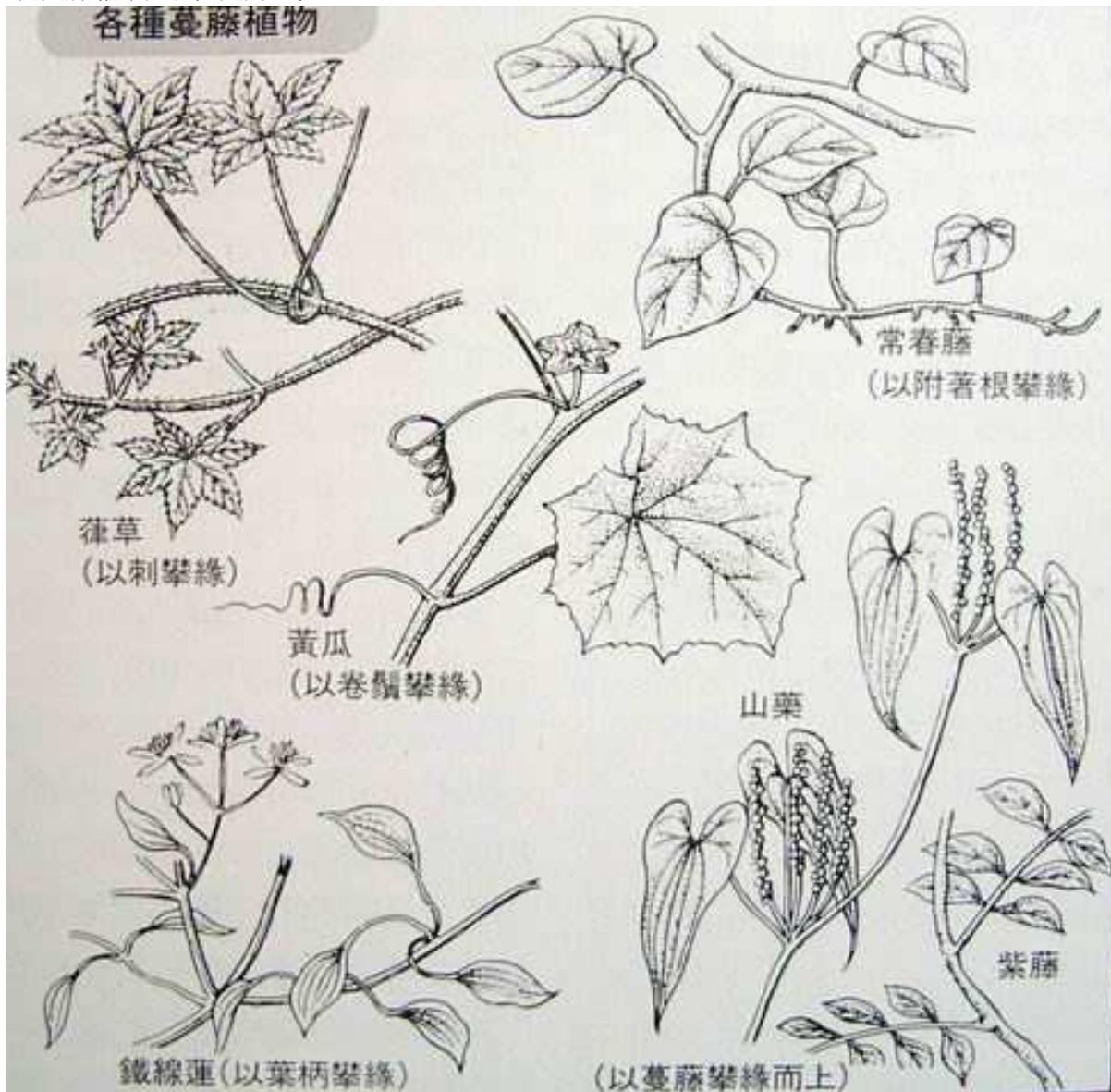


### ●山葡萄

多年生蔓性藤本，葉互生，葉片心形或心狀圓形至三角狀卵形，葉緣不缺裂或 3-5 淺裂至深裂，葉背有鏽色絨毛，漿果球形，果實成熟時黑紫色。種子或扦插。光就葉形來看，與一般的食用葡萄相似，但山葡萄的漿果有毒，不可食用。



◆爬藤植物的攀爬方式



八、教學省思

九、學習心得與成果

■活動四：拜訪樹朋友

一、活動目標

1. 學習觀察樹木的方法。
2. 為樹木作健康檢查，學習照顧樹木的方法。
3. 認識樹木與其他生物的關係。
4. 製作一本樹木小書。

二、活動時間：彈性節數 160 分鐘。

三、活動地點：教室、校園。

四、準備事項：教學簡報、學習單、圖畫紙。

五、活動過程

1. 將校園中各種樹木的各個部位製作成簡報檔。每一種樹的樹幹、葉子、花、果實（種子）、整棵樹，各秀一張照片，讓學生從樹幹開始猜起，這是哪一種樹？逐漸秀出葉子、花、果實，讓學生去拼湊這是哪一種樹？這個活動有助於學生在進行實地的樹木觀察可以抓住觀察的重點。
2. 將校園依照班級學生分組數（約 5-6 組）加以分區，每一組學生負責觀察一區，每位學生負責觀察一棵樹，務必使得每位學生可以靜靜地觀察一棵樹。
3. 請學生回到教室之後，進行觀察後分享活動，請每位學生分享他觀察的結果，或是唸一唸他所記錄的學習單。
4. 進行完觀察一棵樹的活動之後，接著就讓學生製作有關這棵樹的小書，學生可以用各種方式來介紹這棵樹，童詩或是故事或是描述等方式都可以。

## 六、給老師的建議

## 七、參考資料

## 八、教學省思

## 九、學習心得與成果

十、學習單：

拜訪樹朋友

拜訪者：

- 我在\_\_\_\_\_找到了這棵樹朋友。
- 從稍微遠一點的地方看他，感覺他好像\_\_\_\_\_。
- 他的樹幹看起來像\_\_\_\_\_；摸一摸，感覺好像\_\_\_\_\_。
- 仔細看看他的身體，有好多的\_\_\_\_\_。
- 站在他的下面往上看，我看到了\_\_\_\_\_。
- 摸摸他的葉子，好像是\_\_\_\_\_，葉子像是\_\_\_\_\_。
- 仔細看看葉子的背面和正面，我發現\_\_\_\_\_。
- 我感覺他是一棵\_\_\_\_\_的樹。

<p>●我想對他說：</p>	<p>●畫下他的樣子：</p>
----------------	-----------------

## ■活動五：降溫綠天使

### 一、活動目標

- 1.認識地球溫室效應的問題，並了解其成因。
- 2.估算校園植物的二氧化碳固定量，了解綠化對降低溫室效應的貢獻。
- 3.探討綠色植物對建築物節能、降溫、與淨化空氣的功效。

二、活動時間：彈性教學時間 80 分鐘。

三、活動地點：教室、校園。

四、準備事項：教學簡報、學習單。

### 五、活動過程

1. 教師利用簡報介紹地球溫室效應的問題，說明二氧化碳是造成溫室效應的主要氣體。
2. 說明學校建築物營造過程中，為何會增加二氧化碳量，並請學生估算全校營建過程中所產生的二氧化碳總量是多少？
3. 將校園分區、學生分組，各組計算負責區域中所有植物的二氧化碳固定量。（請學生依照學習單上所註明的各類型植物之二氧化碳固定量來估算）最後再統計全校的植物 40 年間二氧化碳固定量是多少。
4. 說明植物的降溫效果與淨化空氣品質的功能。
5. 教師說明建築物的減熱節能設施，所省下的用電量，可以減少因火力發電所產生的二氧化碳量，並認識本校建築物的減熱節能設施。

### 六、給老師的建議

### 七、參考資料（摘錄自內政部綠建築推動方案手冊）

#### ◆植物與揚塵

##### 1. 地被植物對裸露地的覆蓋

裸露地是大部分揚塵的發源地，中亞地區大尺度的沙塵暴常會影響到台灣的空氣，而台灣地區河谷中的砂土、礫石灘、都市中的裸露地及工地亦均是揚塵的來源。都市中裸露地的形成除施工造成外，亦會經由人類踐踏和缺乏陽光的情形下產生。但裸露地一經地被植物的覆蓋，其揚塵的減少是非常的顯著(註 2)。

##### 2. 植物的水土保持功能

植物覆蓋於地表亦可以避免雨水擊打沖刷地面，防止土壤流失及分解。植物枝葉掉落所形成的腐植層可以改善土壤的化學性質，抑制土壤被沖刷。此外，植物的枝葉有滯水的功能，而植物根系的生長可以有效的固土及定沙，根系又可吸收水分再由葉面蒸散到空氣中。

##### 3. 枝葉對揚塵的截捕

植物的枝葉茂密，具有降低風速的作用，隨著風速的減慢，空氣中攜帶的大粒塵埃也隨之下降。另一方面由於植物葉片表面不平，多氣孔及絨毛，且能分泌黏性油脂和汁液，故能對塵埃有阻擋、吸附和過濾之作用，所以植物就好像是天然的空氣過濾器，使通過枝葉的空氣淨化，有些蒙塵的枝葉經風力或雨水沖洗後又可恢復其滯塵的能力。

## ◆植物的蒸散及遮蔭作用－改善空氣的溼度與溫度

植物具有強大的蒸散作用，它們利用根系不停地吸收地下的水分，經過生理作用，又將水分不間斷地通過枝葉散發到大氣中。一顆大樹一年可蒸散數百立方公尺之水分。因蒸散作用造成空氣中溼度夠高時，則又會開始降雨，故森林地區常多霧，且容易下雨。

根據研究有植物覆蓋的牆面溫度比未覆蓋的牆面溫度低攝氏 10 度（註 4），室內溫度可以低到攝氏 2 度多，樹林中的溫度也比樹林外的溫度低攝氏 3-5 度。樹木的直接效應是遮蔭，間接的是經由葉面的蒸散作用降低環境熱度，同時植物吸收了大量的二氧化碳也間接的減少了環境的熱度。另樹木蒸散的水分又可增高環境的相對溼度，進而消除乾熱的感覺。

## ◆幾分綠意，幾分氧。

多少樹蔭，多少居住品質綠化政策在地球環保觀點中另一項最大的貢獻，在於植物的光合作用可固定空氣中的二氧化碳，進而可減緩地球氣候高溫化的作用。根據氣候變化政府間專門委員會 ICPP 的認定，**森林中每立方米的木材量每年對於二氧化碳的固定效果為 0.95 公噸，可見綠化對地球環保的貢獻。**五十年來因為人類產業活動的增加，使得地球大氣中的二氧化碳濃度已從 290ppm 上昇至 380ppm，使得地球氣候不斷高溫化。綠化對於二氧化碳固定效果，無疑是改善此氣候惡化最有效的對策。假如我們能在都市公園綠地、中庭、公共建築、陽台屋頂中，廣植花木，不但可怡情養性，同時可提供大量氧氣，並吸收大氣二氧化碳，對地球環保有莫大助益。我們甚至可說：「幾分綠意，幾分氧；多少樹蔭，多少居住品質。」

有鑑於此，在綠建築七大指標中，首先特別提出以二氧化碳固定量作為評估尺度的「綠化指標」。此「綠化指標」對於一草一木的二氧化碳固定效果均提供了一量化的計算評估法。根據成大建築研究所的研究指出，在台灣都市中常見的植物由幼苗至四十年成樹之間，對於二氧化碳固定效果如「表 0-2」所示。依此表所示，在都市環境中喬木在 40 年之間，每平方米綠地約可吸收 808 公斤的二氧化碳，而灌木在 40 年間則有 217 公斤的二氧化碳固定效果，草花花圃的二氧化碳固定效果則只有 46 公斤。亦即喬木綠地單位面積的二氧化碳固定效果，為灌木綠地的 3.72 倍，為草花花圃的 17.5 倍，由此可知綠化對空氣的淨化效果，喬木顯然優於灌木，灌木顯然優於草花花圃。

然而，最值得注意的是，人工修剪的草坪，由於其白天的光合作用與夜間的呼吸作用相抵消，對於二氧化碳的固定效果幾乎等於零，亦即人工草坪對於空氣淨化幾乎毫無貢獻。草坪是近代最荒唐、最不環保的園藝產物，它既不開花，也不結果，沒有蜜蜂蝴蝶來採蜜，也沒有昆蟲隱蔽的空間，除了人類喜歡它之外，沒有一種生物喜歡它。事實上，許多人所喜歡的人工草坪，不但耗用大量灌溉水、化肥、除草劑，對於空氣淨化也毫無貢獻。在本「綠化指標」中確實將草坪之二氧化碳的固定效果功效略而不計，藉以彰顯這人工草坪的非環保事實。

由於內政部建研所目前對於建築物均以 40 年為生命週期來評估，因此上述這些綠化之二氧化碳固定量並不採用成樹來評估，而是以自幼苗開始綠化的 40 年生命週期的環保貢獻量來評估，這完全符合「綠化自小樹苗種起」的綠化政策。過去有些地方政府對於建築綠化，常要求種植直徑粗大的成樹，甚至有些還移植老樹來種植，常常使樹木受損而夭折，實在不符合生態綠化的原則。而在「綠化指標」中，對於所有的樹木綠化，一律採用幼苗長至 40 年成樹的二氧化碳固定量來評估，如此一來，大樹小樹對於 40 年週期的評估結果都一樣，因此並不會要求樹木的粗細大小，也不要民眾移植大樹來綠化。「綠化指標」對於建築基地中的綠化獎勵基準，希望能夠在市街區建築空地的五成面積上實施全面綠化，而且綠化面積的二氧化碳固定量計算值必須大於 500( kg/ ( m<sup>2</sup>.40 年 ) )。本指標同時鼓勵植物的多層次混種綠化，以及對於屋頂、陽台及建築立面的綠化。

## ◆日常節能指標

許多人抱怨台灣的建築物毫無地方特色。在炙熱的屏東與在多雨的基隆，在海拔兩千公尺的阿里山與多風的澎湖島，建造著相同造形的全玻璃大樓。一樣混亂的開窗形式，不分氣候的金屬外牆設計，充斥著市面。北歐寒帶的造形與夏威夷熱帶建築並存於此小島上。我們找不到什麼是台灣的建築風格？什麼是亞熱帶的建築形式？前一陣子，台灣非常流行亮晶晶的全面玻璃大樓，甚至連鄉間的公寓也喜歡採用亮晶晶的大面玻璃造型，其建築風格與台灣的熱濕氣候格格不入，令人不堪入目。基本上，玻璃具有「溫室效應」的特性，它可讓短波高溫的日光穿透入室內，但穿入室內後變成一般常溫的長波熱，卻不易消散至室外，使得熱氣在室內累積而越來越熱。因此，全面玻璃大樓具有保存日射熱的功能，十分適合寒冷氣候的風土。然而在熱濕氣候的國家卻常不顧自己的氣候風土，抄習寒冷氣候的建築都市風格而造成國內建築景觀滿目瘡痍的情景。

有些玻璃大樓爲了減少太陽幅射熱的入侵，而採用高反射率的反射玻璃。然而，反射玻璃雖有減少部份熱負荷的功能，卻產生嚴重的「反光公害」。例如，瞬間刺眼的玻璃反射眩光，很容易使汽車駕駛迷眩而引發交通事故，有些國家甚至立法禁止高速公路旁的大樓採用反射玻璃。目前許多反射玻璃大樓四周的鄰居，受到反光輻射的干擾，生活隱私受到侵害，抱怨之聲不絕，政府建管單位接到民眾檢舉反光公害的案件不斷。

然而，並非所有的玻璃大樓均是能源的殺手，有些隔熱及遮陽設計良好的金屬玻璃帷幕大樓反而有特優的節能功效。「金屬玻璃帷幕牆」的節能設計，最重要在於降低日射熱流的玻璃「開口率」，並且加強非開口部的隔熱處理。過去台灣初期引進金屬玻璃帷幕牆時，有時因不了解耗能的嚴重性，而一味要求降低成本。有時只求其外表而不求品質，使金屬玻璃帷幕牆多作成低隔熱、低品質的設計。有時一味抄習外國、一味追求超大玻璃面的設計，嚴重造成能源的浪費與生活品質的低落。金屬玻璃帷幕牆具有輕量化、不燃化、耐震、施工迅速的優點，在現代都市高樓化、防火、防震、施工安全的要求下，已成爲不可阻擋的驅勢，今後不論在寒冷國家或熱帶國家，必將成爲高樓建築的設計主流。今後在節能要求下，剛好可讓社會大眾重新認識我們的風土，體認金屬玻璃帷幕設計的品質，讓建築設計走向更環保、更節能、更舒適、更健康的水準。

日常節能指標是以空調及照明用電爲主的指標，其中尤以空調節能爲重點。在台灣，夏日平均建築空調耗電佔了總尖峰用電的三分之一左右，空調節能的重要性由此可見一斑。目前有關建築外殼的節能設計，已經納入「建築技術規則」中成爲強制法令。根據成大建研所的解析，**本法令實施二十年後預計至少可降低 16% 的建築空調尖峰用電量，相當於 7% 的全國尖峰用電容量，相當於兩座大型火力發電場，或全國所有的水力發電場，或一部大型核能機組。其貢獻不可謂不大矣！同時，就全年的累積效果而言，每年可節約空調用電量約 46 億度，每年相當可減少七百萬公噸的二氧化碳排放量，可減緩地球氣候溫室化效應，對於地球環保有莫大的貢獻。**

就地球環保觀點而言，建築上的一磚、一瓦、一鐵、一玻璃都是能源的產物，都排放著大量的二氧化碳。根據國內產業耗能統計，國內每生產一公斤水泥，就會排放 0.4 公斤的二氧化碳，每生產一公斤鋼筋就排放 2.23 公斤的二氧化碳，每生產一平方米的磁磚就排放 7.38 公斤的二氧化碳。由此可知幾乎所有建材都是高污染、高耗能的產物（圖 0-14）。爲了減緩地球高溫化趨勢，現在全球環保最緊急的課題在於減少二氧化碳排放量，顯然減少一份不必要的建築就是減少二氧化碳排放，就是環保。

根據成功大學建研所的研究指出，在台灣每平方米中層住宅大樓所使用的建材之二氧化碳排放量約爲 300 公斤，以每戶 35 坪（116 平方米）來計算的話，每戶之二氧化碳排放量約爲三萬四千公斤，這些二氧化碳排放量相當於一棵喬木在四十年的光合作用才能吸收完畢。也就是說，**在台灣每戶人家必須持續種植一棵喬木，才能平衡住宅建設對地球氣候的衝擊。如此算來，全台灣的都市（以五百萬戶計）必須種植五百萬棵的喬木，才能平衡建築市場二氧**

化碳排放量的衝擊。但這以目前台灣的都市綠化量來看是不可能達成的，因此如何進行節約建材的綠建築設計乃成爲重要的一環。

## 八、教學省思

## 九、學習心得與成果

### 十、學習單：

溫室效應是當前地球環境問題最被關注與擔心的，其中溫室氣體二氧化碳的減量，更是世界各國努力的目標。讓我們以校園爲例子，估算看看我們的校園的營建過程和日常耗能增加了多少二氧化碳？我們要如何透過綠色植物來做到二氧化碳的減量？

根據成功大學建研所的研究指出，在台灣每平方米中層住宅大樓所使用的建材之二氧化碳排放量約爲 300 公斤，以每戶 35 坪（116 平方米）來計算的話，每戶之二氧化碳排放量約爲三萬四千公斤，這些二氧化碳排放量相當於一棵喬木在四十年的光合作用才能吸收完畢。也就是說，在台灣每戶人家必須持續種植一棵喬木，才能平衡住宅建設對地球氣候的衝擊。

■請你計算一下：

- 本校共有幾間教室？答：（      ）間
- 每間教室大約是多少平方公尺？答：（              ）平方公尺
- 全校的總樓地板面積（所有教室地板面積的總和）是多少平方公尺？  
答：（                      ）平方公尺
- 全校校舍營建過程中產生的二氧化碳量是多少公斤？答：（                      ）公斤
- 如果一棵喬木在四十年的光合作用可以吸收 32,320 公斤，學校至少應該要重幾棵喬木，才可以平衡校舍建築對地球氣候的衝擊？答：（      ）棵。

■下表是台灣各種植栽 CO<sub>2</sub> 固定量( kg/m<sup>2</sup>.40 年)，請你依照老師所分配的區域中，各類植物的植栽面積，估算該區植物對二氧化碳的固定量。

**台灣各種植栽 CO<sub>2</sub> 固定量( kg/m<sup>2</sup>.40 年)**

植栽種類	CO <sub>2</sub> 固定量	植物面積 (m <sup>2</sup> )	40 年間的固定量
闊葉大喬木	808		
闊葉小喬木、針葉木或疏葉形喬木	536		
大棕櫚類	410		
灌木	217		
多年生蔓藤	82		
草花花圃或高莖野草地	46		

一年生蔓藤或低莖野草地	<b>16</b>		
人工修剪草坪	<b>0</b>		
總計			