

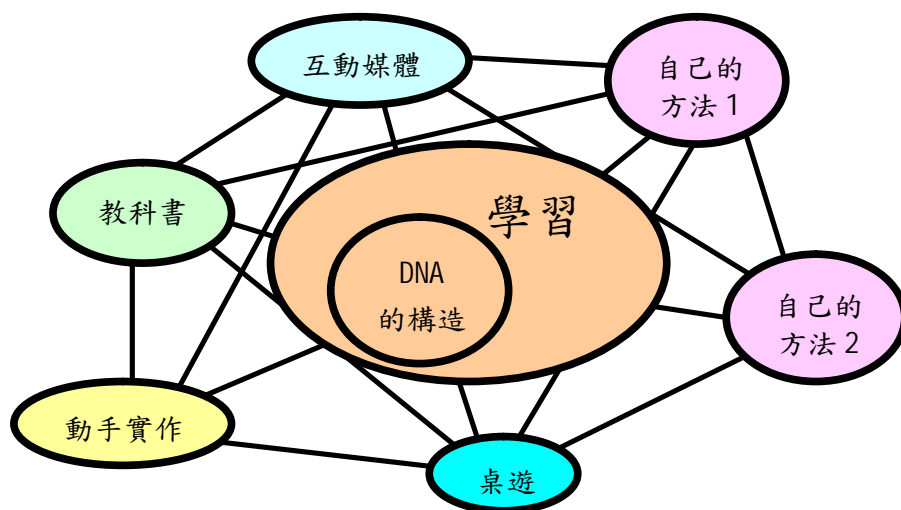
目 錄

壹. 方案的理念與架構.....	1
貳. 教師提供的體驗課程.....	1
一. 互動式教學媒體.....	1
(一)內容編輯的特色.....	1
(二)教材形式的特色.....	2
(三)學生使用後之感想.....	3
二. 桌遊 — 國王·騎士·核苷酸.....	4
(一)著色核苷酸拼圖.....	4
(二)桌遊活動 — 國王·騎士·核苷酸.....	5
(三)將核苷酸組合成 DNA.....	6
三. 動手實作 — 學習解決問題的方法.....	6
四. 小結.....	7
參. 學生的自我練習.....	7
一. 自我練習的紀錄.....	7
二. 分享與討論.....	8
三. 自我練習後的感想.....	8
(一)在自我學習的收獲方面.....	8
(二)在開發創意的效果方面.....	9
四. 高三學生的補考考卷數例.....	10
(一)動物的神經與內分泌方面.....	10
(二)生態保育方面.....	10
肆. 總結.....	11

壹. 方案的理念與架構

為了開發學生在學習上自己幫助自己的能力，特別設計了此聯想式系列課程。希望學生於體驗之後，能自行拓展應用的領域，並將自己的創意使用於輔助自己的學習上。

以學習 DNA 的構造為例，教師提供了三種聯想式課程的體驗，有：互動媒體、桌遊，與動手實作，如圖一。經過這些教學活動的輔導與激發之後，請學生自選一個科學主題，並以自己的創意試著聯想式學習。



圖一. 本教學方案的理念與架構示意圖。

貳. 教師提供的體驗課程

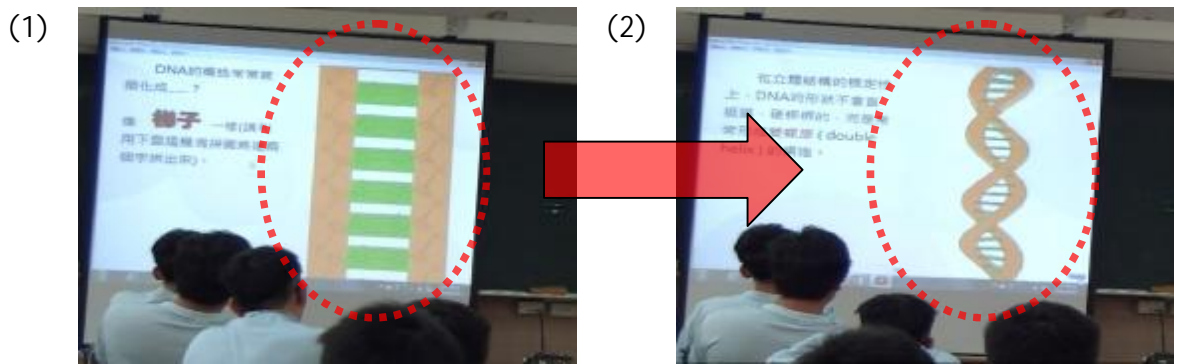
教師提供的課程目前計有三類：互動媒體、桌遊，與動手實作。分項敘述如下。

一. 互動式教學媒體 — 以互動式繪本(interactive picture book)的形式呈現

教學媒體的製作是使用 Adobe Flash CS5.5 軟體，使用的程式語言是 Action Script 3.0。教材內容按序計有四個單元：概論、認識核苷酸(nucleotides)、DNA 的構造，與隨堂小考等。其編輯理念與製作方向謹述如下。

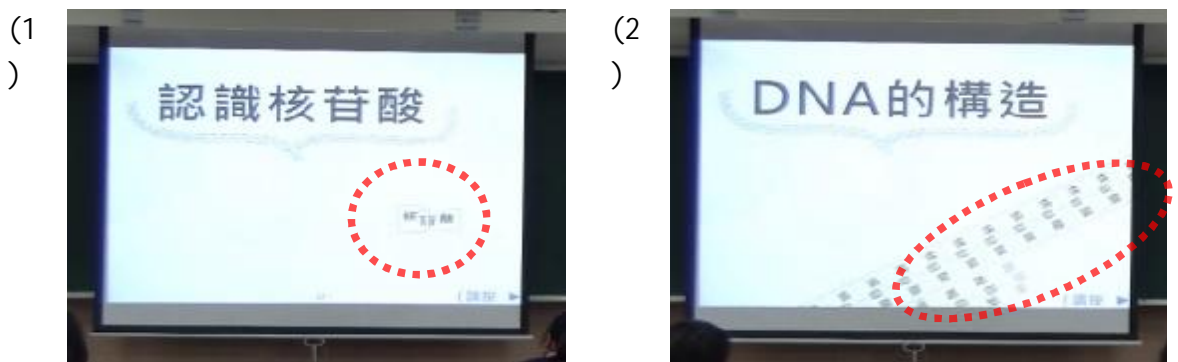
(一) 內容編輯的特色

1. 著重概念之間的聯結：頁面之間常保留共同元件，使學生在閱讀時，認知結構(cognitive structure)能夠逐一建構(construction)、聯繫(connection)，不至因為切換頁面而失去學習線索。例如：在 DNA 單元中，換頁之後，DNA 分子會保留在畫面上，並從梯子(ladder)的形狀自動纏繞為雙股螺旋(double helix)的立體結構，如圖二。



圖二. 於 DNA 單元中介紹 DNA 分子的立體形狀。從 DNA 分子的梯子構形(1)至換頁之後的雙螺旋立體結構(2)是一個連續動畫。

2. 章節始末小圖銜接教學段落：於章節始末的頁面上加入動畫小圖，用以展開學習概念或小結單元結論，彼此還可互相銜接。例如：在核苷酸單元的一開始，有拼圖組成核苷酸的動畫，提示教材元件可能的發展方向；而在 DNA 的單元，使用相同的核苷酸拼圖圖案進行多組的連結，暗示 DNA 可能的巨大結構，如圖三。



圖三. 教學單元首頁畫面的動畫小圖(紅色虛線圈住處)。(1)核苷酸單元的首頁畫面。(2)DNA 單元的首頁畫面。兩者小圖以相同的核苷酸拼圖圖案互相呼應、連貫使用。

3. 含即時評分的評量系統：隨堂小考單元可供授課教師施測應用，或讓自學者進行自我評量。每答一題便即時評改，最後可得測驗總分。滿分時，就會有施放煙火的動畫。

(二)教材形式的特色

1. 繪本式(picture book style)：每頁版面力求文字精簡且圖案加大，以增加教材的易讀性(readability)，並使讀者易於聚焦(focus)。亦可將一個科學概念以數個頁面層層展開，對知識產生逐步建構、精緻吸收的效果。
2. 互動式(interactive)：在教材頁面中的圖案上，寫入程式，使之成為可以點擊、拖曳……等互動式操作的元件。設計理念謹述數點如下。

(1) 示範操作與開展聯想：

教師可先示範如何連結斷掉的單股聚核苷酸鏈(polynucleotide chain)，再邀請學生進行 DNA 雙股的修補，如圖四。學生將會發現：需要依特定的順序填入特定種類的核苷酸——就此展開 DNA 分子中兩股間性質的探索，包括：兩股之核苷酸排列方向為平行反向(anti - parallel)，以及 A 與 T 配對、C 與 G 配對的鹼基互補(complementary)原則。



圖四. 學生上臺操作填補 DNA 的缺口。

(2) 將科學原理轉化為互動操作的手感：

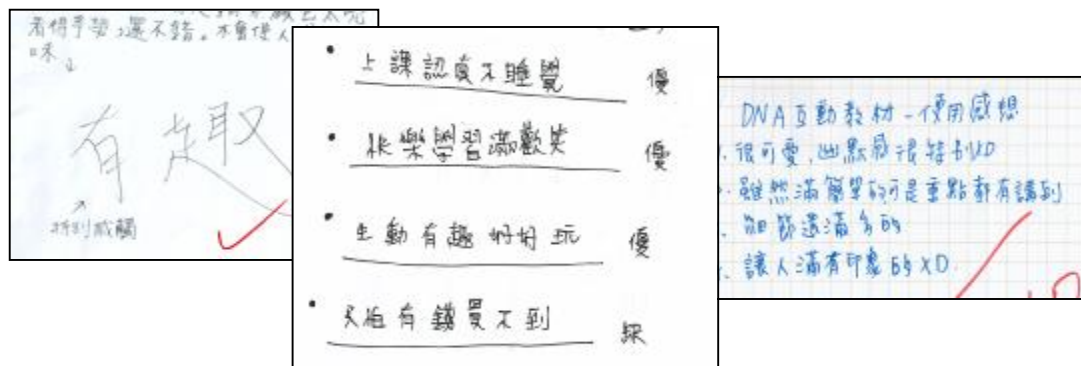
DNA 的立體形狀為什麼會是雙螺旋呢？科學上可以從熱力學上的熵(entropy)、亂度(disorder)，甚至是拓撲學(topology)等方向來說明；有沒有更簡單、更易於了解的說明方式？對了！就是：雙螺旋的結構比較穩定！但是，要怎麼“感覺”到穩定？我們設計了一個解開 DNA 分子的互動式操作，當賣力、快速地按下解開(unwind)鈕時(象徵外加能量)，才能解開 DNA 的雙螺旋，解開時還會愈來愈緊、愈解不開，而且只要稍有鬆懈(連續點擊按鈕的速度變慢)，DNA 分子還會自己自動地慢慢捲回去！如圖五。



圖五. 學生奮力解開 DNA 的情況。

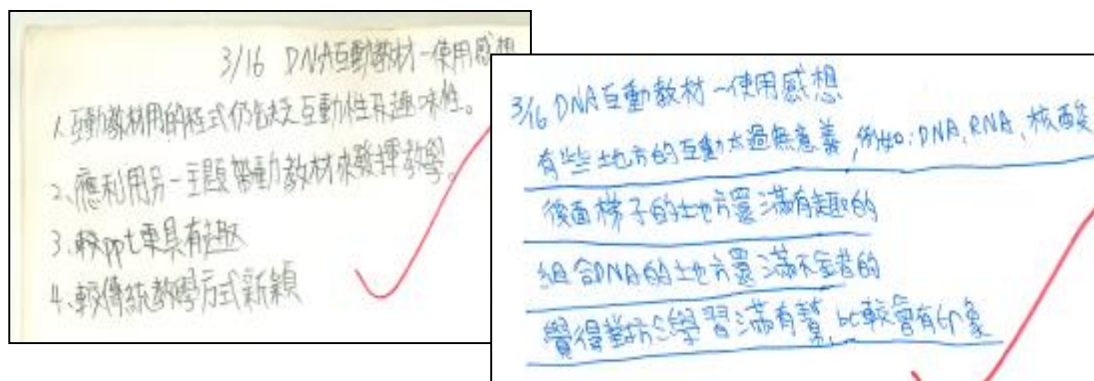
(三) 學生使用後之感想

1. 正面意見：教材生動有趣：68%；互動性高：43%；印象深刻或很有感覺：26%；概念連結清楚：14%；其他的看法還有：動圖很多或很可愛、圖解構造很清楚、富有立體概念，不會不明確的空想像、沒有冗長的文字敘述……等。



圖六. 互動式繪本教學媒體學生使用後感想，正面意見三例。

2. 反面意見：內容可以再更有趣：7%；仍缺乏互動性：7%；內容可以再更精緻：5%。其他的看法還有：有些地方的互動太過無意義、背景顏色太亮……等。



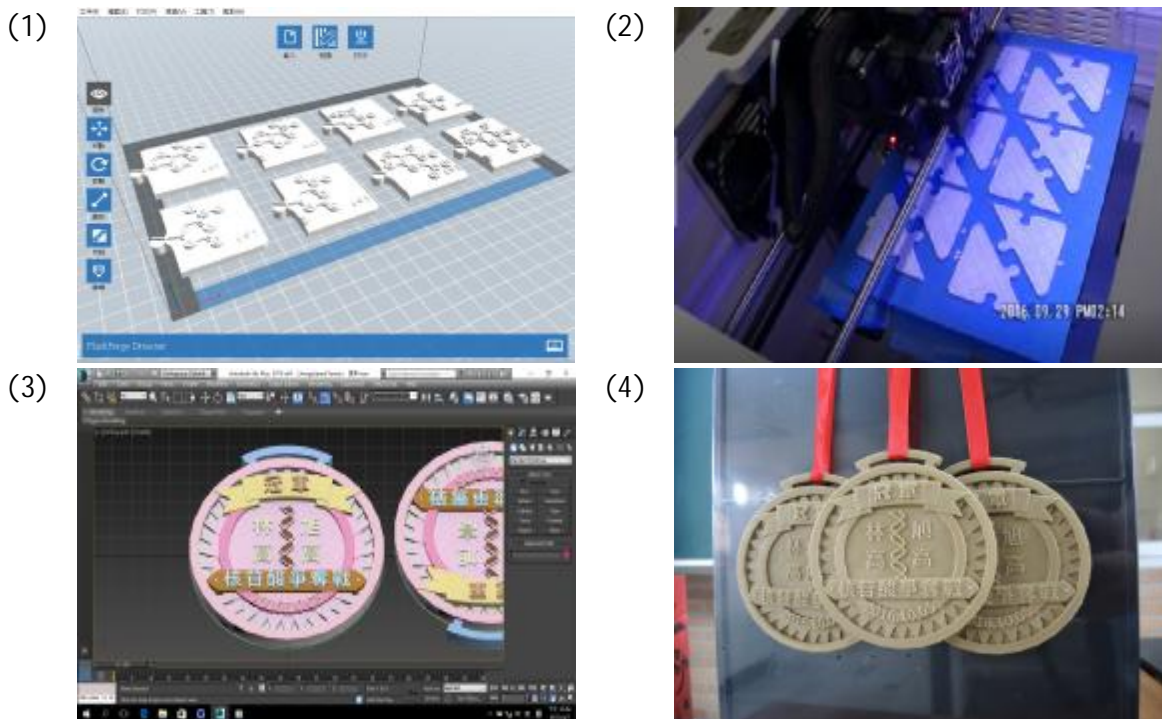
圖七. 互動式繪本教學媒體學生使用後感想，含有反面意見的兩例。

二. 桌遊 — 國王·騎士·核苷酸

這是一個一系列的教學活動，以桌遊活動熟悉核苷酸分子的構造；課程向前延伸可為核苷酸拼圖著色，以認識組成 DNA 的原子種類；或向後推展，可將許多的核苷酸組合成雙股聚核苷酸鏈，展現 DNA 分子的完整構造。活動內容分項介紹如下。

(一) 著色核苷酸拼圖

1. 教具的設計與 3D 列印：教師先以 3dsMax 軟體進行模型的設計，經 FlashPrint 軟體轉碼，然後分批 3D 列印成形，如圖八。



圖八. 核苷酸拼圖與獎牌的製作。(1)FlashPrint 軟體中的核苷酸拼圖模型。(2)3D 印表機列印核苷酸拼圖的過程。(3)3dsMax 軟體中的獎牌模型。(4)3D 列印成形的獎牌。

2. 著色核苷酸拼圖：邀請學生為拼圖著色，以熟悉組成 DNA 的原子種類。碳(C)、氫(H)、氧(O)、氮(N)、磷(P)、環狀結構等都塗上了不同的顏色，如圖九。



圖九. 學生進行核苷酸拼圖的著色活動過程。

(二) 桌遊活動 — 國王·騎士·核苷酸

課程執行期間，巧遇日本大阪府立旭中學畢業旅行來臺訪問，便邀請進班觀課的日本學生與本校原班的學生混合編組，一起進行這個桌遊活動。遊戲流程如下。

1. 請學生分組，每一組就是遊戲中的一個國家。並推派一位國王，其餘組員則為騎士。
2. 各組隨選並領回數塊拼圖，合作拼出核苷酸分子，並將種類數登記於黑板上。
3. 騎士任選他國騎士進行攻擊，以猜拳的方法決定進攻勝負，勝者可取回一片拼圖。
4. 至活動時間終了，將新的核苷酸種類數更新於黑板上，種類最多者晉升為大國。



圖十. 核苷酸桌遊活動。(1)旭中學學生與本校學生進行騎士攻防。(2)各組核苷酸種類數的數據變動。。

5. 活動可於此時結束，教師頒贈獎牌，如圖十一；或再往後進行下一個階段。



圖十一. 桌遊的頒獎活動。(1)旭中學學生代表獲勝組別領獎。(2)旭中學學生戴著獎牌與同組組員合照留念。

(三)將核苷酸組合成 DNA

在這個階段中，大國可併吞小國(國王之間作猜拳)，接收對方全數的拼圖。幾個大國之中，以能在講臺上排出最長 DNA 分子者為最後贏家，如圖十二。

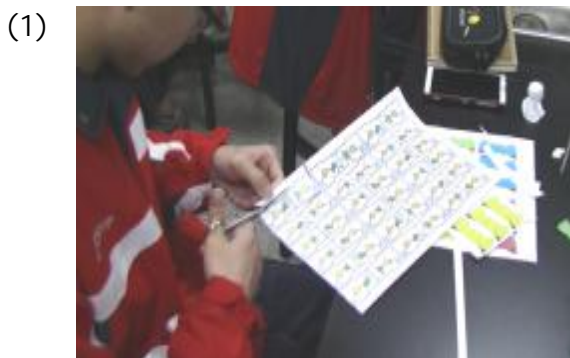


圖十二. 學生將許多的核苷酸組合成一個 DNA 分子的活動過程。

三. 動手實作 — 學習解決問題的方法

核苷酸分子之間彼此是如何連接的？DNA 分子的雙螺旋是順時針還是逆時針的旋轉方向？用什麼方式讓 DNA 的紙模型站立起來以顯現明顯的立體形狀？請學生都先自己嘗試看看、解決問題吧！

桌遊活動向後延伸，邀請學生製作改良式的 DNA 分子立體紙模型，這是筆者將傳統、流通的 DNA 紙模型經過修改，使其中的核苷酸圖案完全與自製教學媒體與桌遊拼圖中的形式相同，並且改良其拼接的方式，使之可快速地被學生製作出來，如圖十三。



圖十三. 學生製作 DNA 分子的立體雙螺旋紙模型。

四. 小結

相較於傳統的直接教學法(direct instruction, 簡稱 DI), 本方案增加了許多新穎的元素: 教材繪本化、教材互動化、桌遊……等, 未來應分別將這些元素對學習成就(learning achievements)的影響程度進行量化(quantify)分析, 以作為教師未來製作教材的參考。

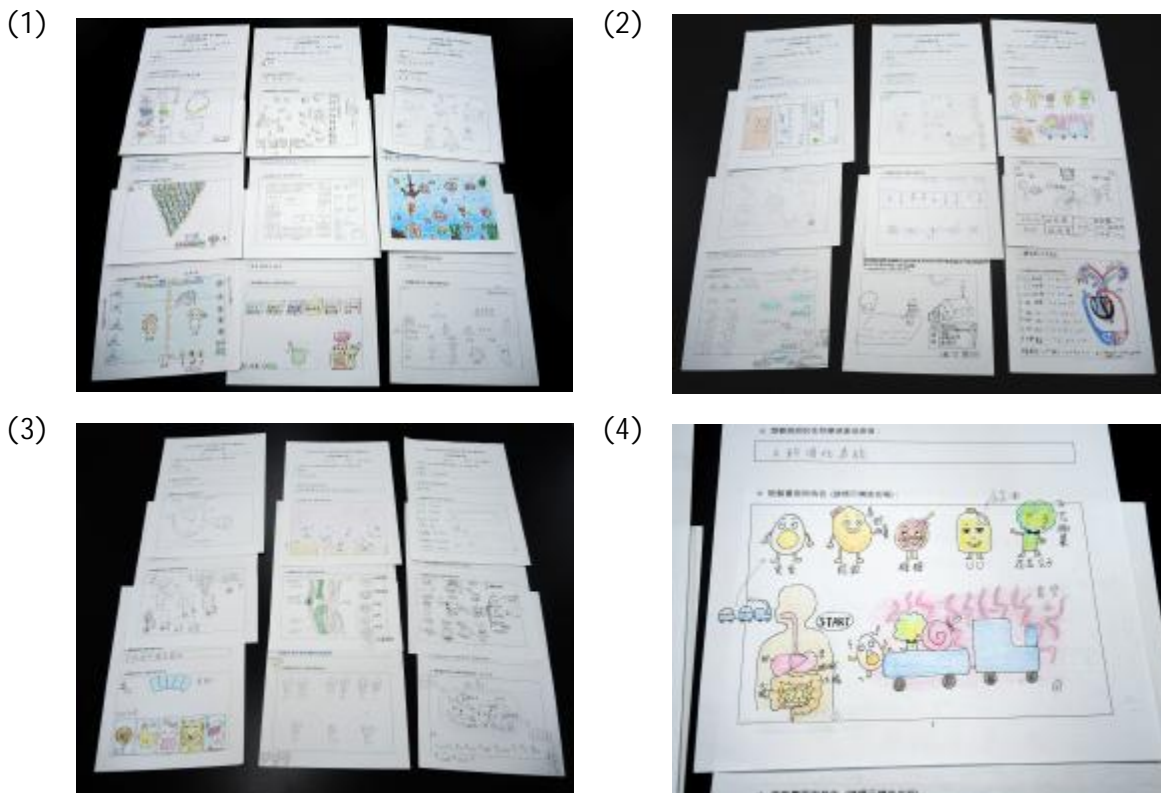
目前, 就實際執行課程時的質化觀察, 文字精簡的繪本使得課堂上願意閱讀教材的學生增加了; 邀請學生上臺操作互動式教材使得教室的氣氛變得活潑了; 桌遊活動時, 全班幾乎每一位學生, 也都能樂於參與其中。

參. 學生的自我練習 — 學習的自我輔導

在經過上述課程的輔導與體驗之後, 學生可以開始嘗試發揮自己的創意, 進行聯想式學習的練習。教師所指定的作業是, 請學生自選一個科學主題, 設計相關的電玩或桌遊。此兩類作業可分別用來檢驗教師之前所提供的互動式媒體與核苷酸桌遊等課程對學生的成效。

一. 自我練習的紀錄

學生自我練習的紀錄選取一部分呈現如圖十四。每一份作業都非常地有價值, 都足以發展為一項聯想式課程, 實為學生創意之結晶, 也是無敵的課程素材大寶庫!



圖十四. 部分學生的自我練習紀錄。

二. 分享與討論

繳交作業後，也邀請學生進行分享與討論，如圖十五。因為遊戲的主要規則大多衍生自科學原理，故認識遊戲的同時也複習了科學上的知識。



圖十五. 學生分享自己設計的環保議題桌遊。

三. 自我練習後的感想

學生對於這一系列的教學活動會有什麼樣的想法呢？使用聯想的方法有助於自己的學習嗎？謹將部分學生的感想呈現如下。

(一) 在自我學習的收穫方面：

願意進行自我練習的學生，表示在學習上對自己有所幫助。

1. 如下文：“...遇到相關考題時，頭腦中必會立即連結於此圖...”。

透過設計遊戲更為清楚 DNA 的功能，親手畫了複製圖加深了印像，再設計此遊戲前，對於此單元轉錄與轉譯我經常搞混，我想，下次再遇到相關考題時，頭腦中必會立即連結於此圖，順利作答的。

2. 如下文：“...更清楚、了解到原核細胞(細菌)的構成...”。

經過這次的活動後，使我更清楚了解到原核細胞的構成，並結合小遊戲，和之前所做的遊戲含意不同，加了教育的意義，也是一次很棒的經驗。

3. 如下文：“...讓我重新思考生物構造的一些運轉概念(呼吸作用)...”。

雖然這遊戲規則非常的簡單，但必須一次通過的人一定要非常了解呼吸作用的流程才能完全答對！透過這次的作業也讓我重新了解這流程，我覺得這是讓我重新思考生物構造的一些運轉概念，這作業讓我学习到很多東西。

4. 如下文：“...這次的活動也使我能更加地連接每一段的所學知識...”。

我所設計的遊戲雖然與一般零玩那種打打殺殺的意義不同，但我相信經過體驗這項遊戲我們都能更進一步的了解，植物從種子到一棵結果的樹是需要多少細心的照顧，只要有一個細節稍微沒注意到，那全部的心血也白費了！這也是農民的偉大。透過這次老師安排的零玩設計活動，讓我能重新思考生物不單是課本來醫療方面使用，還可以跨越至程式設計；此外，這次的活動也使我能更加地連接每一段的所學知識，藉由一個簡單的小遊戲，使得生物這門學問更加有趣。

5. 如下文：“...做完感覺像回到了高一，上課的記憶又都回來了呢...”。

為了做這個作業又去把之前的講義翻了一遍又複習了一次
做完感覺像回到了高一，上課的記憶又都回來了呢

6. 如下文：“...不僅能加強記憶，學起來也比較不痛苦...”。

能夠透過遊戲的方式學習，不僅能加強記憶，學
起來也比較不痛苦。

(二)在開發創意的效果方面：

從科學書籍中尋找聯想的創意？那非得先熟悉其中的科學知識不可！

1. 如下文：“...激發無限的潛能及創造力...”。

一開始拿到作業時認為會很困難，但認真想過後，發現其實還好，而且蠻有趣的。我覺得作業就要像這種具有深度且生動有趣的，才能激發出無限的潛能及創造力。

2. 如下文：“...能充分運用個人的 imagination...”。

這個作業能充分運用個人的 imagination，結合生物知識，
並加以運用，是個極為有趣的作業。

3. 如下文：“...翻了一下生物講義...靈感很多...”。

一開始看到作業覺得有多困難的，但翻了一下生物講義，發現其實不難，靈感很多，只是不擅長畫圖，所以決定寫配對遊戲。

四. 高三學生的補考考卷數例

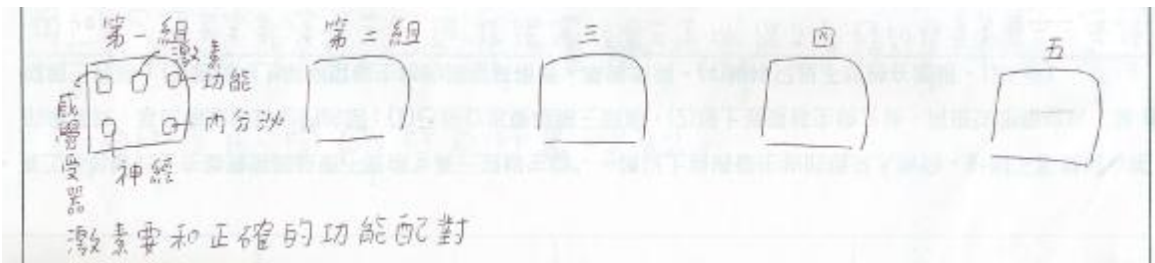
以補考學生為師，向其請教：若身為一名教師，授課方式應當為何？從學生所寫下來的答案中，竟可見聯想式課程的設計。足見聯想式學習的經驗已經產生發酵，成為學生解決問題的思考方法之一。學生該題的作答方向與部分的内容節錄如下。

(一) 動物的神經與內分泌方面：

1. 如下文：“...製做一些道具，將學生分成好幾組，然後比賽...”。

三、如果你是生物老師，請從選修生物(下)單元列表中挑選一個單元，說明你的上課方式與教學內容。(教學內容需描敘詳盡，20分)

第九章動物的神經與內分泌
我會製做一些道具，將學生分成好幾組，然後比賽，贏的組別可以得到特別的禮物



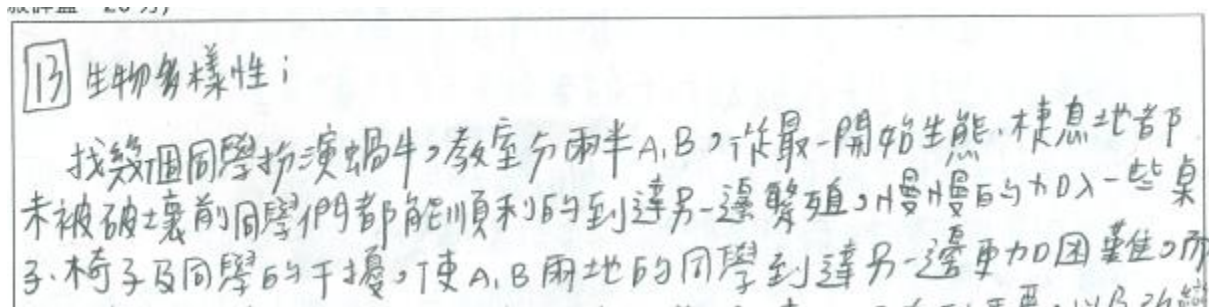
2. 如下文：“...準備各式卡牌(或積木)在上面寫激素的功能...”。

我會選「第九章動物的神經與內分泌」
準備各式卡牌(或積木)在上面寫激素的功能，再用別的卡牌(或積木)在上面寫和激素配對的器官抑或作用地點。
接著請同學們兩兩一組，每手上有一張牌(或積木)，用

(二) 生態保育方面：

如下文，學生自選的主題為棲地零碎化之後所造成的邊緣效應 (edge effects)。以

設計遊戲活動的方式(角色扮演)說明此抽象之科學原理，出乎老師的想像，真的非常了不起！

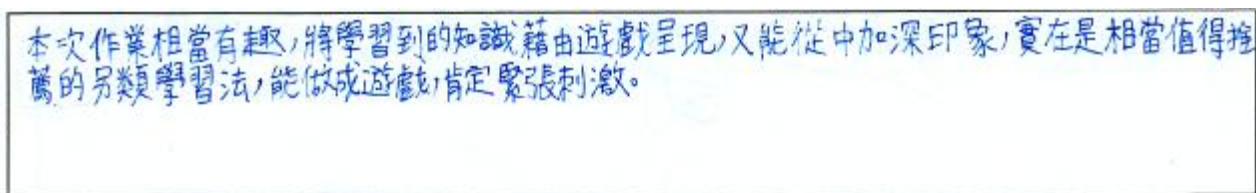


肆. 總結

目前筆者規劃中的聯想式課程尚有電動教具、虛擬實境、角色扮演、解剖、流行改編、觀念圖像化……等類型，未來要與學生攜手合作，由學生主導，來發展這些課程設計。

在這個加速的時代，學生在科學上的學習可**不能快**！常常覺得學生在一個單元還沒有熟練，就得進入下一個單元。聯想式課程雖然會讓教學進度遲滯，但是可以給學生一個消化、吸收，甚至是應用所學的時空間，畢竟，站穩腳步之後再跨出下一步才比較不會跌倒。

教育部的 107 新課綱如果如期實施，計以高中端所受到的影響最大(課程、升學……等方面)，如今已確定延後一年執行。其中遇到的難處之一便是：增加了多元選修的課程比重，開課教師沒有統一、流通的部定教科書可用，需要自己開發課程與設計教材。然而，筆者以為：此時豈不是發展聯想式課程的最佳時機！不同學科的聯想式課程如果領域重疊，還可以發展出協同式教學(team teaching)。教學時數被縮減的部定必修可成為少數的幾個學科知識核心，而授課時數增加了的多元選修即可發展為各種類型、讓學生觸類旁通的學習活動。就如同體驗過本案的學生所表示的：值得推薦的學習方法(圖十六)！



圖十六. 學生體驗課程之後的感想之一。