

撿起迷路的魚

魚藤捕魚方法導電度與折射問題之分析

學號	9763522
系級	電子所
姓名	趙振良
授課老師	傅麗玉老師

中華民國 100 年 6 月 15 日

2011 科學教育期末教案

撿起迷路的魚 - 魚藤捕魚方法導電度與折射問題之分析

課程簡介：

課程名稱	撿起迷路的魚	教學時間	8 節課/400 分鐘
課程對象	泰雅國中小朋友	教學方式	由老師自己擔當協助者角色，提供科學實驗，讓學生親自體驗的方式，自己構築科學知識，並從旁引導學生瞭解科學知識。
課程目標	<p>以泰雅文化魚藤捕魚為出發，瞭解文化的意義後，從中進一步分析科學概念（魚藤化學特性，物理折射現象，捕魚工具力學設計）。</p> <p>教學模組目標：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 捕魚文化，漁獲分享，聯誼活動，活動流域限定 2. 化學分析：酸鹼度，多巴胺阻斷實驗 3. 魚鉤設計：尖端壓力，反鉤設計（老鷹的爪子，親油端的尖端） 4. 抓魚折射問題（動手摸摸看魚的位置） 		
課程模組基礎	<p>世界觀導向之學習模式，傅麗玉，1999</p> <p>（WOLF 學習模組）</p>		
教學準備	<p>器材準備：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 實驗系列（藥品：多巴胺(dopamine)、魚藤酮(rotenone)、丙酮(acetone)，螢光儀、電子天平、三用電表、撈魚工具（網子，魚叉）、飼養魚、螳螂、彈簧秤、芋頭葉、石頭（堅硬工具）、化學燒杯、三用電表。 2. 魚藤植物一株 3. 兩瓶汽水，大水盆（水族箱） 4. A4 白紙數張 <p>事前準備：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 教學海報（介紹魚藤長相） 2. 泰雅歌曲自編範例（聲音檔） 3. 學生家長田野訪談單 		

教學模組設計

流程簡述表

WOLF 教學設計			
	目標	學習活動設計	其他
傳承傳統 世界觀	了解泰雅魚藤捕魚文化。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 魚藤構造搜密 2. 泰雅捕魚文化介紹 3. 魚藤泰雅語學習 	注意課堂氣氛的掌握，文化介紹要像說故事加上動作生動演出才行。
表達自我 世界觀	說出自己曾經有過的捕魚經驗，並學習傾聽與分享其他人的經驗。	魚藤分享會	老師要先開啓話夾子，以漢人的捕魚先分享，讓學生可以知道怎樣自己的經驗
探索世界 觀	學習魚藤捕魚的流程，並親手參與每一個活動。	示範教學 - 迷路的魚，一起捕魚去	帶領學生體驗魚藤捕魚時，動作要緩慢並且時時提醒需要注意的地方
形成新世 界觀	學習設計實驗瞭解魚藤捕魚活動中的科學問題。	到魚藤的內部遊行一周	老師在實驗過程中要不斷提醒學生觀察的重要性，觀察現象描述現象
聯結泰雅 族的世界 觀與科學 世界觀	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學習建立結合魚藤捕魚文化與科學概念的連結。 2. 傳承魚藤捕魚文化使之有了新的生命力。 	科學星光舞台	老師每一組都要親自問問題，讓同學學習到回答問題的反應

一、傳承傳統世界觀

(一.) 主要學習概念、學習活動目標、分段能力指標

1. 主要學習概念

- 1.) 學習魚藤植物的生態，並且瞭解外型構造。
- 2.) 學習魚藤在泰雅文化上的使用。
- 3.) 學習泰雅魚藤捕魚的相關故事。
- 4.) 學習說泰雅語的魚藤 ‘Toba’。

2. 學習活動目標

- 1.) 分辨出魚藤植物，從根部，莖，葉子，以及切開的汁液進行觀察。
- 2.) 說出泰雅捕魚時，魚藤的使用方法，並且說出魚藤捕魚的好處。
- 3.) 可以跟別人說明什麼是泰雅祖先精神，分享的觀念。
- 4.) 學習用泰雅語說出魚藤以及用兒歌的方式唱出來。

3. 分段能力指標（自）

- 1.) 4-4-1-2 了解技術與科學的關係
- 2.) 4-2-2-3 體會科技與家庭生活的互動關係
- 3.) 4-2-2-1 體會個人生活與科技的互動關係
- 4.) 2-3-2-1 察覺植物根、莖、葉、花、果、種子各具功能。照光、溫度、溼度、土壤影響植物的生活，不同棲息地適應下來的植物也各不相同。發現植物繁殖的方法有許多種

(二.) 學習活動

1. 魚藤植物大搜密：[參考附錄 B 為解說內容]

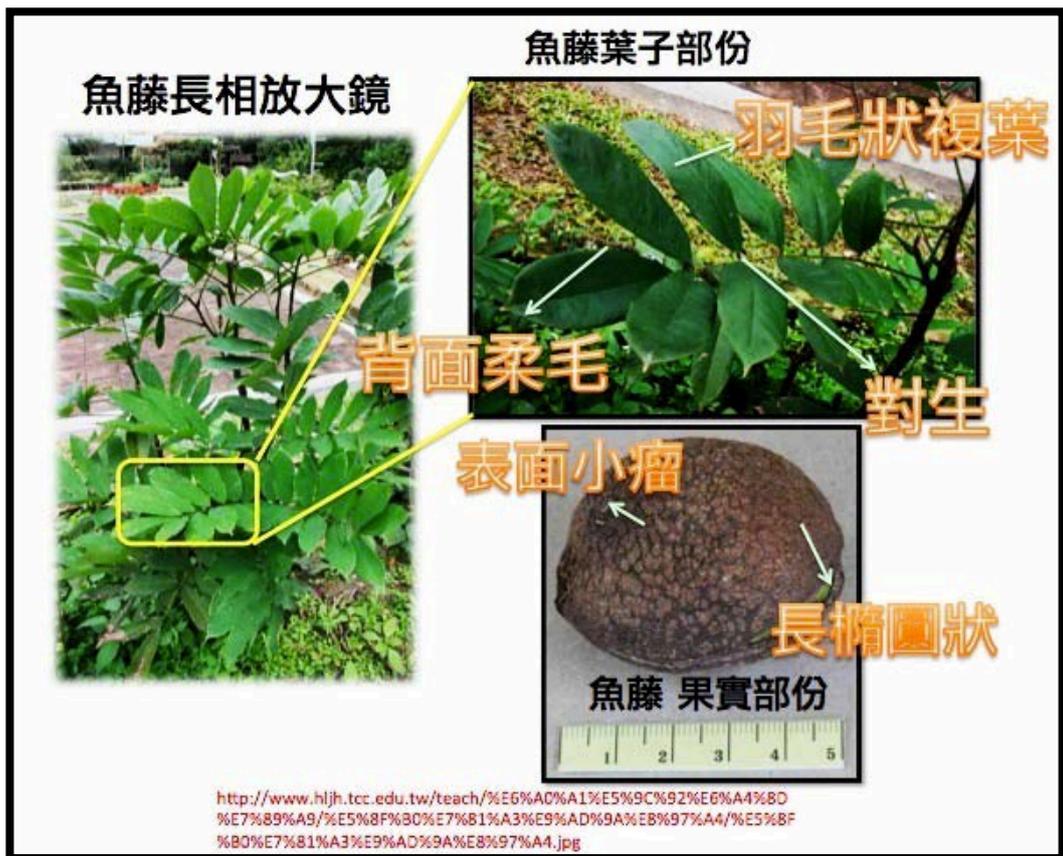
進行分組，按照班級座位，每一排分成一個小組。配合海報製作（內容如下圖：有魚藤大照片）來讓學生瞭解魚藤的植物長相。

教學活動進行時，首先把海報貼在黑板上，魚藤植物中一些特別要介紹的特徵先用白色的紙蓋上，接著準備魚藤植物數株，讓每一組同學都可以近距離觀看到植物，老師開始引導（可以從根部開始，依序莖，葉，果實）並且打斷同學，往黑板海報看去，挑學生小組回答看到的特徵（這裡規定每一組都要照著輪流分享，所以可以先決定由哪一組開始依序輪流）。之後配合植物實體觀察與海報解說，完成這次的魚藤生態的教學。

引導內容的要點：

通常外出山中尋找魚藤，以台灣 1000 公尺以下的林緣、路旁、山坡向陽地，數量相當多。中部低海拔山區林緣及溪旁可以找到，位於新竹苗栗山區即可以發現，不過根據泰雅耆老說明魚藤數量已經趨少，捕魚的活動也漸漸少了，但細心一定可以發現的，而要能正確判斷魚藤並找到它，通常是透過他特殊的葉子構造以及果實構造進行判斷。

海報檔如下：



補充重點：

- 1.) 魚藤的莖的構造，具攀爬性，木質藤本。
- 2.) 魚藤的嫩枝、葉柄、葉的背面及花序排列，都生有褐色的絨毛。
- 3.) 魚藤的葉片上面平滑，革質葉，羽毛狀複葉，小葉 6~8 對，長橢圓形狀的。
- 4.) 魚藤的花通常春季開花，顏色為淡紅或淡紫色。
- 5.) 魚藤的果實長橢圓形，扁平狀，長 5~8 公分，不開裂，內含 1~3 粒種子。

2. 泰雅捕魚文化你我他：[參考附錄 A]

由老師說故事的方式進行，說故事時要配合黑板畫出情境圖以及親自角色扮演的的方式來呈現(參考附件 E 劇本)。故事內容如下(老師可以角色扮演過程中隨時轉換成旁白敘述下面的故事內容)：

(劇本一)魚藤的使用，傳承於泰雅祖先的智慧，男生準備魚藤的使用，在上游水流湍急處將魚藤汁液灑下，通常會分配到自己部落的流域，不能隨意對所有的河流毒魚，皆以自己部落所擁有的流域為主，首先採集魚藤後要先曬乾、再用石頭搗碎，裝入網袋放入溪流，水中魚藤流出有毒的白色汁液，魚兒游過會被麻醉而昏迷(劇本二)，昏迷的魚來到下游，婦女則撿起漂在水上的魚，或是使用魚叉等捕魚工具以利漁獲蒐集，魚藤並不會使魚群死亡，用大量的清水可使魚恢復健康。大部分因魚藤中毒的魚會急於浮到水面上呼吸新鮮空氣，只有聰明的香魚更會順急流而下，在施行部落傳統捕魚活動時，同時也了解了許多野生動物的習性。

傳統泰雅部落以魚藤毒魚是一年一度的部落盛會，通常在冬季枯水期實施，在部落會議中決定日期，並分配每戶固定負責的河段，在之前便採集魚藤並分配給每戶數量相同來實施毒魚。

過去泰雅族原住民利用魚藤汁液捕魚，有效率又環保，族人只會捕撈成魚，小魚留在溪裡，因為魚兒只是昏迷，不會死亡。清醒後又能游走，溪流才會生生不息，每年都有漁獲可以享用，(劇本三)同時抓取的漁獲會首先分享給部落耆老，然後依序分享給所有族人。

3. 魚藤泰雅語的融入歌謠學習：

按照班級座位，每一排分成一個小組。以兩隻老虎歌曲為例，配合相同兒歌曲調把魚藤泰雅語 Toba 編入歌詞中，例如：兩個 Toba，兩個 Toba，有毒性，有毒性，一個把魚毒昏，一個把魚打昏，真奇怪，真奇怪。由老師先示範如何編入兒歌中，並且台上唱一小段，之後給予每一組 10mins 時間來改寫並且練習，老師可以到處巡邏引導比較沒有想法的孩子，分享時間，給予每組一分鐘上台演唱表演，透過加分的方式給予獎勵，加平時成績的總分五分。要讓每個學生確實開口說出泰雅語的魚藤。

兒歌歌詞參考：

二、表達自我世界觀

(一.) 主要學習概念、學習活動目標、分段能力指標

1. 主要學習概念

- 1.) 說出自己對於捕魚的想法與經驗
- 2.) 從其他學生的發言中，找出自己有興趣或是特別的方法。
- 3.) 參與過魚藤捕魚的同學，以角色扮演的的方式與其他學生分享活動流程與細節。
- 4.) 透過自己詢問，說出自己部落耆老的捕魚經驗（事前活動）。

2. 學習活動目標

營造一個大家輕鬆的環境，讓每一個孩子都可以試著說出自己的經驗或故事，老師從中整理孩子說出的內容，並且讓孩子瞭解自己經驗中的活動是很特別的，漸漸引導到魚藤捕魚的主題。

3. 分段能力指標（自）

- 1.) 1-1-5-2 嘗試由別人對事物特徵的描述，知曉事物
- 2.) 6-3-1-1 對他人的資訊或報告提出合理的求證和質疑
- 3.) 3-1-0-1 能依照自己所觀察到的現象說出來

(二.) 學習活動

魚藤分享會

1.) 前置作業：

設計田野調查單，在活動前一天帶回家裡，學生們可以依照調查單的問題詢問父母或長輩關於魚藤捕魚的經驗，以及其他相關捕魚活動的文化。由於一定要讓同學去完成，前一天可以交代學生訪問的人要簽名才算數，沒有完成的話會接受扣總分五分的懲罰等方式。

範例：

泰雅小記者_____ 對於魚藤 捕魚經驗偵探遊戲

對於爸爸，請問他，小時候或是壯年時期有魚藤捕魚的經驗嗎？

小記者的紀錄：

對於耆老，請問他，捕魚的方法有哪些？

小記者的紀錄：

對於媽媽，請問她，曾經跟家裡人出去捕魚嗎？

小記者的紀錄：

2.) 活動前氣氛營造：

這個環節，主要是利用環境的感覺，打造一個同學可以自由自在發言的氣氛，所以跟一般上課的感覺要很大的不同。把班上的座位擺成圓形，中間放兩瓶汽水，一開始打開汽水給學生們喝，讓學生的嘴巴甜了，然後讓兩個汽水罐淨空，裝水同時倒在中間的大盆子中，讓中間產生有一個湖水的效果，主要是讓學生們有到部落的感覺。並且藉機分組，讓學生先出教室後，混雜進入教室時會自由挑選座位，讓鄰近的學生就成為一組，最多不要超過 5 人。

3.) 魚藤分享會正式開始：

老師營造氣氛，在中間的湖邊，先說一個故事當作開頭，從前從前有一個泰雅部落，住在尖石的山上，天天辛勤的工作，時時分享各種山中的趣事，並且跟著山林互相依存的生活著……，或是以老師自身捕魚的經驗分享也可以，然後老師要開始詢問學生誰要主動發言，有可能遇到沒有同學要發言的狀況，這時候就可以轉一個方式，變成是小組派代表來報告也可以。

單人問題：

- (1) 自己曾經的捕魚經驗？是怎樣的感覺？跟誰去的，用甚麼器具來捕魚？
回憶自己小時候是否曾經有類似活動，或是釣魚的經驗？
- (2) 家中長者分享過甚麼捕魚的經驗，家裡有沒有捕魚的器具？
- (3) 有吃過自己捕過的魚嗎？味道如何，怎樣的烹調方式？
- (4) 魚藤捕魚有什麼好處？思考為什麼祖先要用這樣的方法？
- (5) 捕到的魚怎樣知道可以帶回去分享？多大的才可以？

團隊問題：

- (1) 除了麻藥還會想到什麼樣的方法？
- (2) 捕魚時最好在甚麼樣的氣候，對於魚群是怎樣的依附關係？
- (3) 是否看過魚藤這個植物，知道他的性質嗎？

(三.) 學習評量

每一個小組，以圖畫的方式，畫出自己記憶中的捕魚寫真，貼在教室前面與所有人來分享。

三、探索世界觀

(一.) 主要學習概念、學習活動目標、分段能力指標

1. 主要學習概念

- 1.) 魚藤捕魚前置作業的細節。
- 2.) 魚藤植物的處理，得到魚藤溶液。
- 3.) 魚藤酮對於魚的生理反應。
- 4.) 溪水造成的折射現象。
- 5.) 魚叉的設計理念。

2. 學習活動目標

- 1.) 說出魚藤捕魚前所有需要的材料。
- 2.) 自己動手處理魚藤，得到魚藤酮溶液。
- 3.) 觀察魚群受到魚藤酮的反應，進一步描述昏迷的反應。
- 4.) 實際操作魚藤捕魚的全部流程。
- 5.) 親自動手學習如何抓魚，了解魚群因為溪水折射現象位置較深。
- 6.) 可以說出並分析魚叉工具設計上的力學。

3. 分段能力指標（自）

- 1.) 1-1-3-2 將對情境的多樣觀察，組合完成一個有意義的事件(如風太大了葉子掉滿地，木板吹倒了…)
- 2.) 3-1-0-2 相信每個人只要能仔細觀察，常可有新奇的發現
- 3.) 1-2-3-3 能在試驗時控制變因，做定性的觀察
- 4.) 1-1-4-2 察覺若情境相同、方法相同，得到的結果就應相似或相同

(二.) 學習活動

示範魚藤捕魚 - 迷路的魚，一起捕魚去

這個活動是要在同學面前重現魚藤捕魚的情形，首先把材料全部準備好放在演示的地方，演示的地方可以選在教室的中心，主要是讓同學可以 360 度的自由選擇舒服的角度來觀看，為了讓大家都可以清楚看到，要讓學生離開座位並自由移動到自己覺得視野最好的位置，老師要重複確認學生都清楚看到了，一切就緒開始表演。活動進行採取三個階段的學習：魚藤植物的處理、水族箱魚藤溶液的使用、捕魚折射問題與工具力學。接著下面分別介紹活動的步驟。

1. 魚藤植物的處理：

參考處理流程圖：進入這一個活動，就先把海報貼在黑板上



活動進行步驟：

- 1.) 把早已準備好的魚藤植物拿到學生面前，請學生仔細觀看，並且將葉子、莖、根等部位切開，觀察汁液情形，之後請同學拿起剪刀進行魚藤處理，把根莖葉分別收集。
- 2.) 將魚藤集中後，以石頭或是其他堅硬工具把根部搗碎，收集汁液。（備註：如果效果不好，或是汁液過少，可以準備丙酮讓魚藤溶液溶解於其中，幫助收集）
- 3.) 將汁液放在於芋頭葉上，並且給予耆老（老師這時候就要扮演這個角色）進行魔法施加，確定其魚藤的功用可以發揮。
- 4.) 此時魚藤植物的處理完成，得到魚藤溶液。

2. 水族箱的重現 - 魚藤溶液的使用

準備小型的水族箱，先從水族館買好並放一些健康的魚在裡面，旁邊準備一個裝清水的杯子，讓昏迷的魚可以快速恢復健康，另外準備一個夜市攤的撈魚的容器，放入大量的魚給予學生自己操作使用，然後老師首先示範倒入魚藤溶液，提醒學生要

使用手套來作這個實驗，特別觀察魚如何受影響。接著學生可以依序親自操作這個實驗，在自己面前重現魚藤捕魚的過程，在這裡提醒：提醒學生如果魚藤開始反應得到效果，魚的活動力應會下降，就可輕易的撈到魚。

水族箱與魚放置其中後，架設的狀況由下圖表示：（調整魚藤的用量，觀察魚藤對於水族箱裡面魚兒的影響，觀察魚兒昏迷的情形。）



（圖片參考：<http://blog.roodo.com/skywingcat/archives/7726889.html>）

老師補充說明：

魚藤酮成分會切斷神經細胞的能量補給，阻斷其產生多巴胺，所以魚就呈現麻痺的狀態，利於人類抓補。台灣魚藤的根、莖含有魚藤酮，磨成粉末溶於丙酮中，是有效的殺蟲劑，用它來毒魚，只會讓魚類暫時行動遲緩，算是相當有生態觀的捕魚方式了。

3. 捕魚折射問題與工具力學

走走走！拿起武器體驗抓魚 GO。



圖片出自：<http://www.ekunet.cn/xzy/sctx/106413.htm>

泰雅原住民都會準備魚叉來抓魚，這個活動是要同學思考如何能成功把魚插住固定，並且找到魚的正確位置。這個活動的器材是要準備各式各樣的保麗龍球與螺絲起子組合。

活動一：首先把魚放在一個透明水盆裡，由正上方用眼睛觀察魚的位置（魚可以使用不會動的模型玩具，因為活魚的話位置不會固定不動，不好觀察），接著老師引導學生把手伸入其中找到眼中魚的影像位置，並且從旁比較魚的真實位置與自己手的位置有沒有不同？

活動二：把保麗龍球當成魚，螺絲起子當成魚叉工具，讓學生任意挑選並且嘗試叉在保麗龍球上。嘗試一段時間後，老師要在前面示範一個正常會發生的情況，當魚被插入魚叉時，一定會相當的痛苦，快速掙脫，然後會發現螺絲起子似乎抓不住魚；此時再一段時間後，把真正的泰雅魚叉拿出來，讓同學比較看看螺絲起子與泰雅魚叉是否有不同。

活動一：折射現象體驗：



找到魚的位置，伸手下去抓魚，此時由側面觀看手與魚的位置是否有差異？

圖片出自：<http://88drops.blogspot.com/2010/06/blog-post.html>

活動二：魚叉捕魚體驗：

以下為魚叉的模擬器具：



各種不同的螺絲起子表示各種不同的魚叉設計，讓同學自己選用體驗叉魚。

插魚實況模擬：



刺魚小遊戲，哪種螺絲起子比較合是用來當魚叉。

魚快速移動而掙脫了。

老師提醒學生把這兩個東西想像成保麗龍球就是魚的身體，將螺絲起子（魚叉）插入後讓保麗龍球快速晃動，看看魚群是否快速掙脫，嘗試一段時間後，把泰雅族的魚叉拿出來給學生觀看其中的差異，並且問學生以自己的經驗說出泰雅族魚叉有什麼優點？

（三。） 學習評量

課堂上小型模擬了魚藤捕魚的各種活動，可以簡單分成三部份。

1. 魚藤酮萃取處理。
2. 使魚昏迷配合魚藤的使用。
3. 捕魚體驗（魚叉設計與魚的位置）。

學習評量的考驗也就從這三個部份來考驗，採用讓學生親自上台實作並且配合口頭講述自己製作的步驟的方式來考核。首先，請同學們依照之前的分組，先小組討論三個部份的流程以及提醒同學要思考每個步驟要注意的細節，接著依照分組，製作四個籤（三個部份+恐怖大挑戰），每組上台發表時會抽籤，包含三個活動和之前泰雅歌謠的再次台上演出。

過程中不斷拋出問題讓學生思考（答案就是細節的注意）：

1. 魚藤植物的處理通常要取魚藤的哪個部位？
2. 為什麼需要泰雅祭師施予魔法，魚藤溶液直接使用可以嗎？
3. 對於魚藤酮溶液需要多少的量才足夠讓魚昏迷？
4. 魚藤酮溶液為什麼要從上游開始施用？
5. 魚藤酮作用後魚會變成怎樣？
6. 捕魚時，會使用尾端怎樣設計的魚叉呢？

四、形成新世界觀

(一.) 主要學習概念、學習活動目標、分段能力指標

1. 主要學習概念

- 1.) 魚藤酮溶液化學性質。
- 2.) 魚藤酮溶液解毒的研究。
- 3.) 魚藤酮溶液造成魚昏迷現象的成因瞭解。
- 4.) 捕魚時折射現象的瞭解。
- 5.) 捕魚工具的力學設計。

2. 學習活動目標

- 1.) 量測魚藤酮溶液濁度的變化。
- 2.) 量測魚藤酮溶液導電度的變化。
- 3.) 魚藤酮溶液酸鹼度的量測，討論魚藤酮溶液的解毒方式。
- 4.) 由魚藤酮與多巴胺的反應結果，解釋出魚藤酮捕魚法的機制。
- 5.) 學會以光路圖分析折射現象造成魚變淺的現象。
- 6.) 學會泰雅魚叉在頭端的設計原因。

3. 分段能力指標（自）

- 1.) 1-3-1-1 能依規劃的實驗步驟來執行操作
- 2.) 1-2-3-1 對資料呈現的通則性做描述(例如同質料的物體，體積愈大則愈重…)
- 3.) 1-4-1-2 能依某一屬性(或規則性)去做有計畫的觀察
- 4.) 6-2-1-1 能由「這是什麼?」、「怎麼會這樣?」等角度詢問，提出可探討的問題

(二.) 學習活動

活動 - 到魚藤的內部遊行一周

所謂遊行一周，是說明活動的進行方式要能深入的對於魚藤捕魚現象進行瞭解，學習活動提供各種物理、化學相關實驗加以分析，分成兩個領域的活動，包含魚藤酮化學物質的分析以及捕魚時光學折射的影響和捕魚工具的力學，試圖瞭解魚藤酮如何能使魚昏迷的現象。

化學與物理領域的學習：(參考第二屆華碩科教獎作品 - 不毒魚要有機)

魚藤機制 - 瞭解魚藤酮物質的作用。魚藤植物之所以能夠拿來當作捕魚時的迷昏藥使用，主要是內部有魚藤酮的化學物質，其有阻斷神經傳輸的反應，會導致各身體部位麻痺不能控制，對魚來說，即全身呈現昏迷狀並且翻覆浮於水面。整個現象的分析採用化學分析的方式來進行，可讓學生進一步瞭解這個物質的特性。

化學分析部份，推測多巴胺傳遞神經訊號的時候是以離子來傳輸，因此導電度變成是一個特別的因子，如果導電度好，多巴胺的訊息得以傳遞，所以實驗設計部份可以量

測多巴胺溶液的導電度後，與加入魚藤酮時的導電度做比較，可以藉由導電度說明魚藤反應的狀況，另外也推測濁度與酸鹼度可能是影響因子，實驗加入這些因子一併進行量測。最後也可調整魚藤酮濃度，直接來對魚類與蟑螂的使用，可以量化瞭解濃度之多少才是危險的濃度，進行探討。

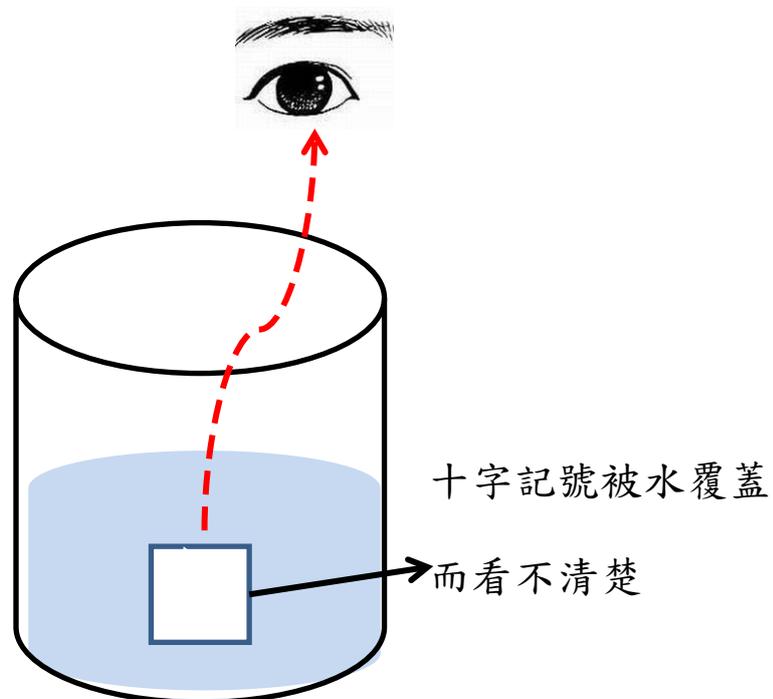
物理分析部份，學會用光路途判斷魚類經過折射後變淺的現象，另外對於力學部份以壓力的觀點切入，並對於最前端鉤的設計進一步探討成因。

以下為實驗步驟：

1. 實驗一 - 魚藤酮溶液濁度的研究

配製好不同濃度的魚藤酮溶液。

濁度的測試，在白紙上畫上十字，將溶液逐漸加入試管中，以肉眼透過溶液觀察白紙上的十字，紀錄肉眼恰好無法見到十字的溶液高度。



2. 實驗二 - 魚藤酮溶液導電度的研究

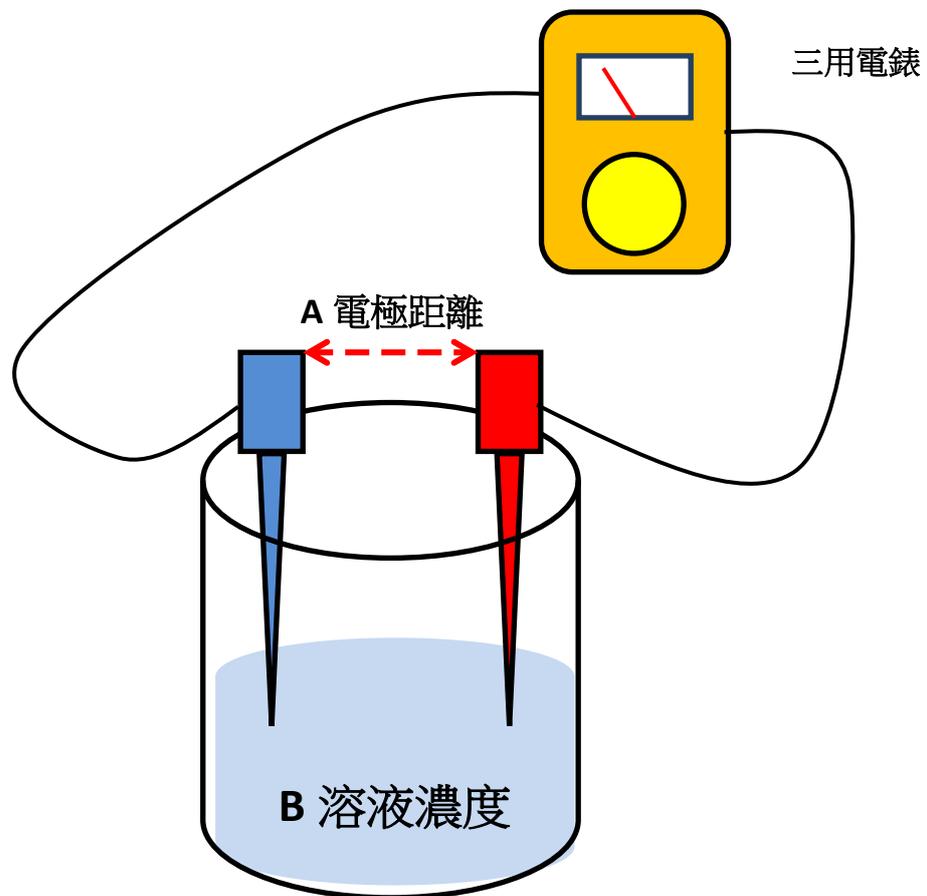
直接使用三用電表對於水溶液進行電阻量測，固定電極距離為 3cm（越小訊號越大），三用電表兩端直接插入溶液中量測，讀取數據有待穩定了才可以紀錄（跳動變化幅度變小時），並以其倒數代表導電度（其定義是由電阻的倒數而來）。

本實驗量測溶液為多巴胺溶液，以及多巴胺加入不同濃度的魚藤酮的混合溶液，量測後結果相對比較。



配製好各種不同濃度的溶液

實驗架設如下圖，主要控制的變因有兩個，A 為電極距離，B 為溶液濃度，主要控制不同的溶液，記下三用電錶的導電度結果。



3. 實驗三 - 魚藤水溶液對於真正的飼養魚（紅目魚）的影響。

這個實驗是要量化的分析魚藤水溶液濃度大小對於飼養魚的影響。

老師帶領學生配置不同濃度的魚藤溶液，調整丙酮與魚藤酮的比值依序配置 1ppm、10ppm、100ppm、1000ppm 等濃度分別比較。

對於飼養魚的反應以眼睛觀測，先準備一盆清水在一旁，當發現魚的活動力下降時直到翻覆，利用碼表記下反應時間。接著馬上置於清水中，量測魚會不會恢復，以及恢復的時間。把數據紀錄在下面的表格：

魚藤濃度 (溶於丙酮)	魚翻覆時，浸泡時間 (s)	置於清水是否清醒	魚需要的恢復時間 (s)
1ppm			
10ppm			
100ppm			
1000ppm			

記下數據後，老師引導學生進一步分析討論原因為何。

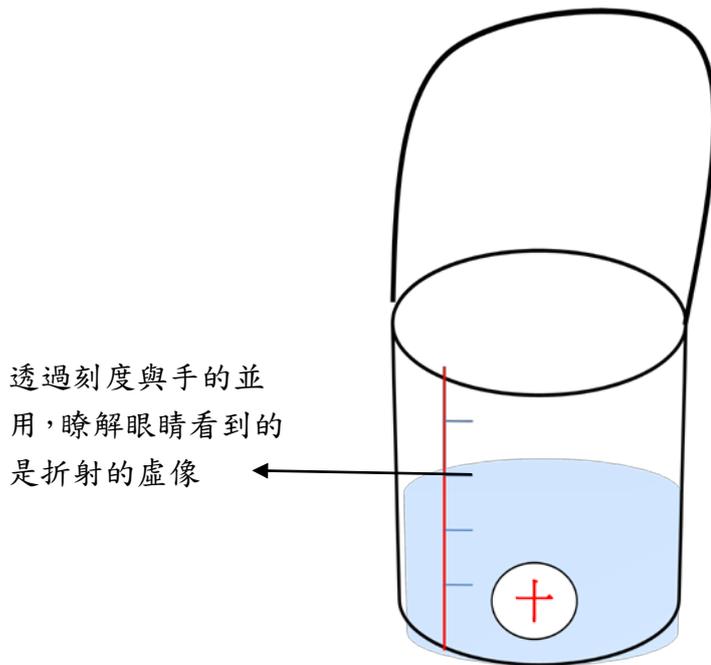


觀察飼養魚的情況（本圖參考第二屆華碩科教獎作品）

4. 實驗四 - 折射現象觀察

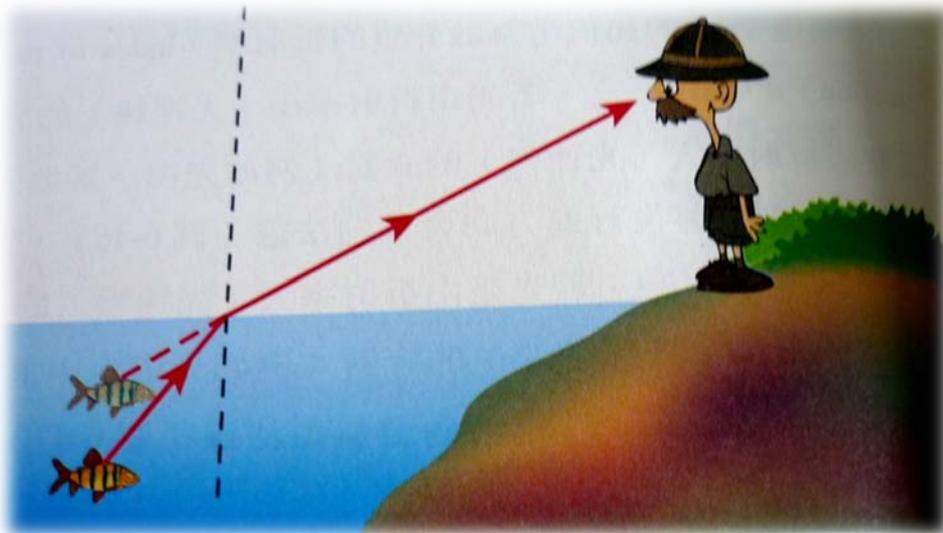
老師拋出問題給學生，在西水上看到魚的位置，是否就是魚真正的位置呢？

體驗實驗，準備一個大水桶，裡面裝八分滿的水，把筷子放入看到折斷的影像，用手實際摸一下此影像，是否可以摸到筷子？老師藉此說明這就是折射所產生的影響，眼睛所看到的像是眼睛自己模擬的像，進行活動，在水桶邊緣放一個尺，上面有刻度，然後把十元硬幣放入底下，用手由上往下去摸十元硬幣，在感覺摸到但沒有實際碰到的時候停下紀錄與底下刻度的差。（此即為捕魚時可能判別魚的位置的誤差。）



5. 實驗五 - 折射影像與真實影像的位置變化

延續實驗四，本活動希望可以推測魚群在水中真正位置。學習繪製光路圖進行分析，並且給予水與空氣折射率的值，利用司乃耳定律來計算視深與實深的關係。依照學生的程度決定這個單元是否要介紹，主要是透過分析量化的瞭解真實的情形。



光路圖的範例，透過幾何的計算可以推之視深與實深的關係

圖片出自：全華高中基礎物理課本 99 年

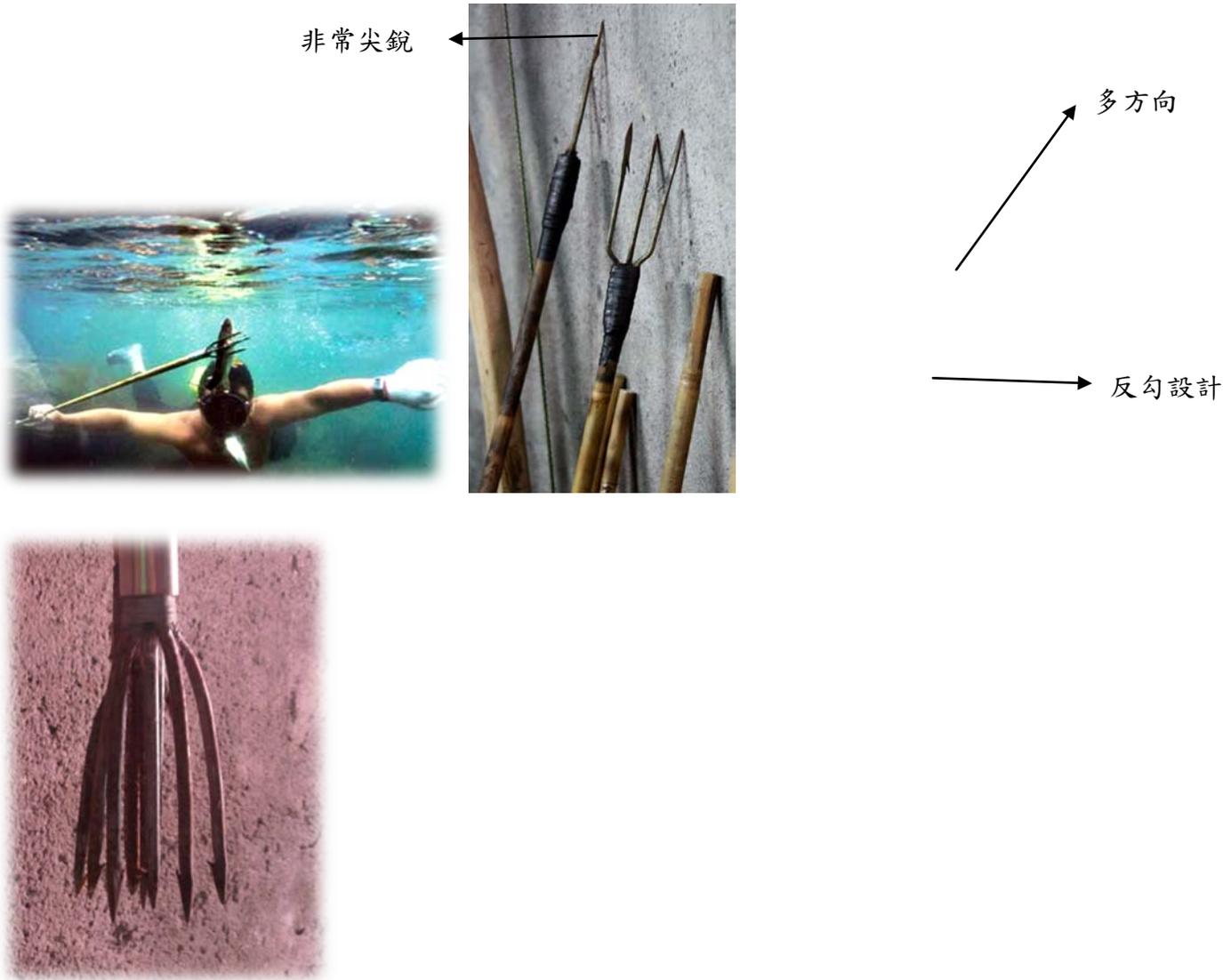
6. 實驗三 - 魚叉工具的設計

觀察泰雅原住民的捕魚魚叉，老師引導學生發現以下三點：魚叉尾端都是越尖越好，魚叉一次會連續做很多個方向的，魚叉在尾端處有反勾的設計。

解釋如下：

- 1.) 魚叉尖端：尖端讓接觸面積變小，整體壓力提昇，可以一次刺穿魚身體。
- 2.) 連續魚叉的設計，要讓使用上可以克服折射的眼睛誤差，多方向抓住魚。
- 3.) 反勾的設計，勾住魚肉，於無法掙脫。

下面的圖可以觀察到以上的結論：



(圖片出自：<http://www.rhythmsmonthly.com/?p=9598>

http://wandering-taiwan.blogspot.com/2009_12_01_archive.html

<http://blog.roodo.com/amang/archives/7864533.html>)

實驗活動：

準備一個吳郭魚，並發下一根木棒，讓學生自製沒有這三個觀察特點的魚叉，給予 20 分鐘，完成後現場刺魚，看看哪個小組比較成功，並從成功的小組的實做案例歸納出與泰雅魚叉雷同的設計。完成下面的紀錄：

	設計想法
--	------

魚叉設計成功案例 1	
魚叉設計成功案例 2	
魚叉設計成功案例 3	

此為老師引導的實驗活動，主要是傳達泰雅原住民的魚叉設計也是因為捕魚時遇到困難，漸漸修正留下的生活智慧，對於物理上壓力的計算，鉤子的彎曲角度，在此都不用特別提及，留給最後整理報告原因的時候再提出討論。

(三.) 學習評量

實驗步驟大考驗，老師檢查每一組學生的實驗紀錄，一定要紀錄詳述才可以過關。之後從第一組開始輪流的方式，讓每一組都上台由老師指定實驗，敘述實驗的原理以及如何製作。

五、連結泰雅族世界觀與科學世界觀

(一.) 主要學習概念、學習活動目標、分段能力指標

1. 主要學習概念

- 1.) 學習整理實驗數據的能力。
- 2.) 學習根據數據做出科學性的推論。
- 3.) 能對於假設不同或相同結果進行解釋。
- 4.) 學習如何做一個科學報告。
- 5.) 學會新科技學習後對於舊文化的連結傳承。

2. 學習活動目標

- 1.) 舉辦實驗結果發表會，讓同學從蒐集資料到整理資料後，上台在規定時間內報告完畢，這種模式與學術研討會的模式相同，可以從過程中學習到如何整理實驗數據，並且討論結果後給予總結。
- 2.) 可以向族人以科學角度去分析魚藤捕魚的文化。

3. 分段能力指標

- 1.) 1-2-4-1 由實驗的資料中整理出規則，提出結果。
- 2.) 1-4-5-3 將研究的內容作有條理的、科學性的陳述。
- 3.) 1-4-5-6 善用網路資源與人分享資訊。
- 4.) 3-4-0-1 體會「科學」是經由探究、驗證獲得的知識。

(二.) 學習活動

科學星光舞台

事前準備：

要能登上星光舞台，是要通過重重考驗的，此活動主要是由老師安排學生上台報告的活動，先給予同學 30 分鐘-40 分鐘，小組內討論數據的結果，製作圖表分析，並且學

習說明圖表所代表的意義。老師要在一旁扮演協助者的角色，有時出現在同學旁邊，給予同學正確的思考方向，輔助同學思考每個實驗所代表的意義。

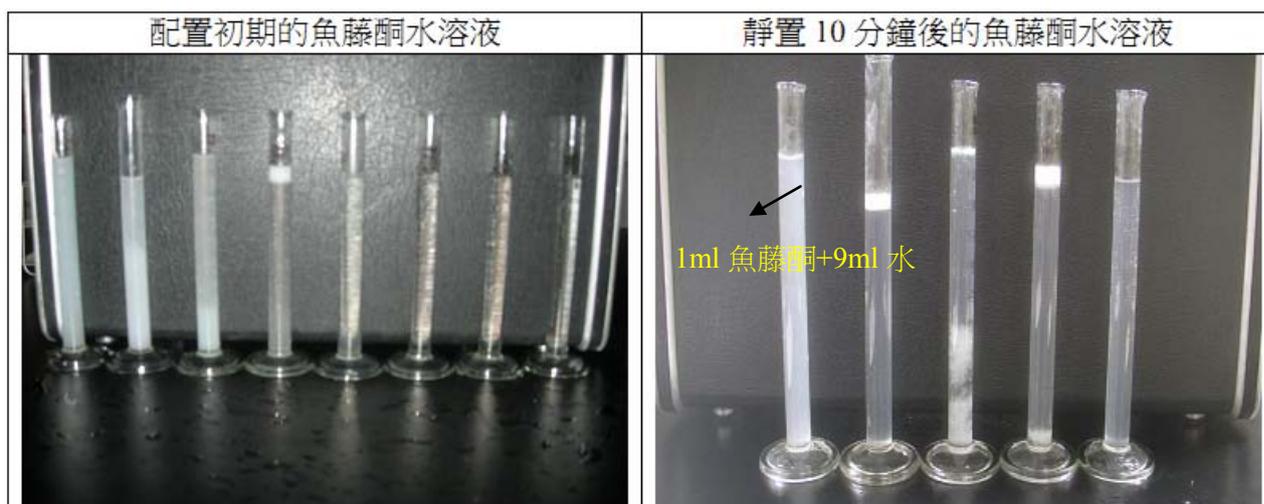
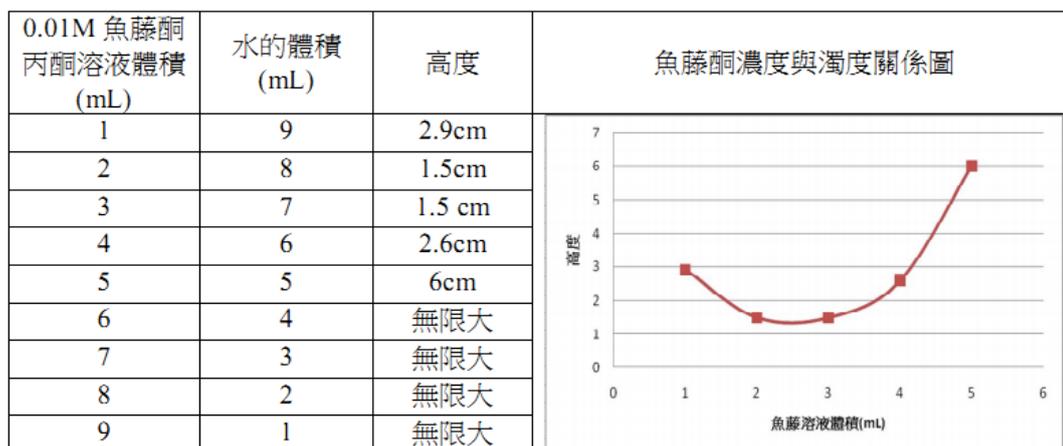
正式報告會：

規定一組 15mins，提問時間 5mins，報告呈現方式沒有限制。（提醒同學：可以使用簡報，或是自製海報，或是演戲等等多元的發表）

接著抽籤決定順序，準備與組別數量相同的籤，寫下 1,2,3,4,5...，讓各小組推派一個代表來抽籤，即決定了順序，依序上台報告，老師要求提問時間時，每一組至少要問任何組別兩個問題以上才通過考驗。

數據處理與報告範例：（實驗數據結果皆參考華碩科教獎）

1. 魚藤酮溶液濁度的結果



小結：

可以看見魚藤酮溶液使用量超過 6ml 時，成為混濁的溶液。這樣的容易對於魚群來說已經是一個迫害了。

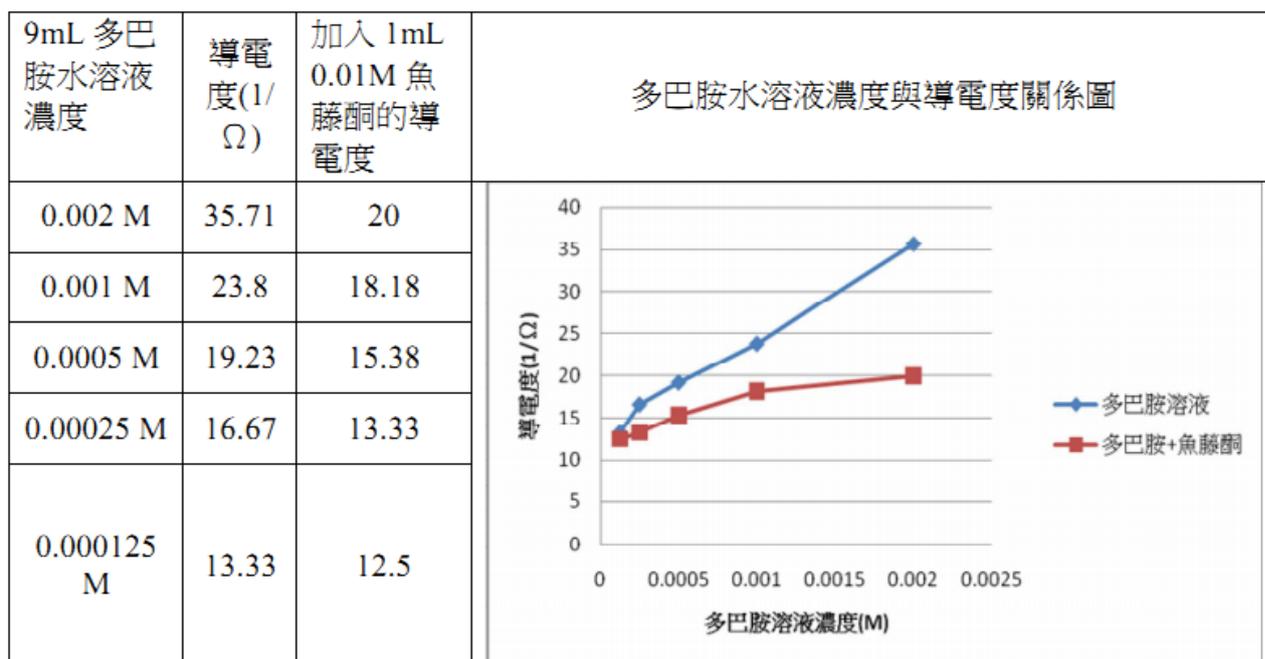
2. 多巴胺水溶液導電度結果



小結：

可以從圖表發現濃度越高的多巴胺水溶液其導電度越高，表示多巴胺物質內部有許多導電的物質才是，結果符合之前的推測，接著進一步加入魚藤酮後進行實驗。

3. 魚藤酮對多巴胺水溶液的導電度影響結果



小結：

加入魚藤酮後，多巴胺水溶液的導電度大幅下降，推測傳導神經的物質被反應了。

4. 魚藤酮溶液對於養殖魚的影響(一)

魚藤水溶液濃度	浸泡時間	觀察紅目魚的反應	再置於清水中的反應
1/1000000	30 秒	正常	正常
1/500000	30 秒	正常	失去平衡(側身或反身游)後死亡
1/400000	30 秒	正常	失去平衡(側身或反身游)後死亡
1/250000	30 秒	正常	失去平衡(側身或反身游)後死亡
1/100000	30 秒	失去平衡 (側身或反身游)	失去平衡(側身或反身游)後死亡

小結：

可以發現濃度大於 1/500000 時，養殖的紅目魚沒辦法恢復正常的狀況，卻是走向死亡的路，推測泰雅原住民使用魚藤溶液的濃度有調整過。

5. 魚藤酮溶液對於養殖魚的影響(二)

魚藤水溶液濃度	出現掙扎反應 (快速游動，到水面上呼吸)	活動力下降	失去平衡	再置入清水中 是否存活
1/1000000	45 秒	4 分 20 秒	無	是
1/500000	45 秒	4 分 20 秒	無	否
1/400000	30 秒	1 分 25 秒	3 分 20 秒	否
1/250000	24 秒	1 分 03 秒	2 分 22 秒	否

小結：

這個實驗結果與第一種不同的地方，在於把紅目魚的反應細分成掙扎反應、活動力下降、失去平衡，對於 1/500000 濃度的魚藤酮溶液重新測試，可以看到雖只會造成活動力下降的現象，不過仍然在最後死亡，重新驗證紅目魚如果受到大於等於 1/500000 的濃度時，無法恢復，這也許是在處理魚藤溶液的時，需要注意的地方，不然這個溶液就變成毒藥了。

泰雅文化魚藤捕魚新科學觀的連結

引導學生，量化的分析魚藤酮濃度對魚的影響，可以發現濃度過高，水質會呈現混濁，並且魚群可能會直接被毒死，泰雅祖靈文化的一個觀念，與大自然共存的概念，在此連結。魚藤酮可以使用在正常的範圍，不要因為過度追求漁獲，一次使用過量的魚藤，造成大自然的浩劫。

(三.) 學習評量

讓學生在報告後，為自己所做的實驗寫下一個完整的結論：結論寫法（包含所

有結果得到的區是以及代表的意義、實驗總歸納說明貢獻、結語附上未來可以再發展的方向)，在這裡老師要要求每一個同學自己來寫，並且在寫完之後要求再次上台說明，從中老師分析好壞的寫法，讓學生能夠有歸納與處理實驗結果的能力。

結論範例：(參考華碩科教獎 - 不毒魚要有機)

本實驗發現魚藤所含有的魚藤酮會與神經傳導物質多巴胺反應，因此會讓多巴胺水溶液導電度及螢光強度下降。但其在水中的溶解度極小，因此會讓含有魚藤酮的水溶液呈現白色混濁的狀態，而最理想穩定的可溶解魚藤酮的溶劑為丙酮：水=1：9。

紅目魚在魚藤酮水溶液中的反應如下：首先，在水中掙扎亂竄；其次，浮到水面上拼命呼吸換氣；接著開始失去平衡，側身平躺在水中。與耆老所描述的毒魚狀態極為類似，在水流湍急處將魚藤汁液灑下，使魚群昏厥順流而下，在下游緩流處便可順利撈起因中毒而昏厥的魚。

低劑量的魚藤酮對蟑螂的生命未造成威脅，但劑量超過 1/250000 時便會使蟑螂致死，因此適當劑量的魚藤酮溶液應可作為除蟲劑。

參考資料

1. 傅麗玉(民92)。原住民生活世界的科學----竹槍篇。原住民教育季刊，32，5-28
2. 林家業，劉亞汶，吳宗憲。第二屆原住民華碩科教獎作品說明書-不毒魚要有機吳宗憲
3. 莊庭、方蕙婷，中華民國第四十四屆中小學科學展覽會，揭開原住民傳統毒魚術的神秘面紗，嘉義縣阿里山新美國小
4. 維基百科 - 魚藤酮

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%AD%9A%E8%97%A4%E9%85%AE>

附錄：

A. 魚藤捕魚文化

早期泰雅族人深居高山叢林，耕植播種和農作收穫是在傳統山居生活中，配合祭儀活動的固定行事，所以農耕是族人主要的經濟生活。狩獵主要是屬於男人的活動，而且是在農閒時節，以及結婚、農作收穫的重大慶典才會去獵捕野獸，作為祭典宴席上的肉類來源。因此，傳統泰雅族社會生活是以農耕墾作為主，

狩獵是其實是泰雅族農耕生活中男人的副業。在顏晴雲(1956)記載泰雅族的日常生活資料中，即以 mejui (太魯閣族語為 em dawī) 一詞概稱泰雅族狩獵和漁撈活動，族語詞意為：遊玩，此詞相當接近於漢文的「遊獵」。mejui 在山林中的表現方式有很多種類，其中最主要的是 semi merusa (陷器捕獵) 和 tmuba (魚藤捕魚)。

泰雅族在山林中的捕魚區域因限於山谷溪澗之中，通常漁獲量不多，也沒有漁區的畫分，各個山澗溪谷地，各部落家族都有入溪捕魚的權利。泰雅族漁撈活動的另一個特色是以山林中的 tuba (魚藤) 根部敲打後，將其白色汁液灑放於溪流上游，其他人則在下游撈取被毒昏而浮出水面的魚。所以 tmuba 是以一個家族部落為單位舉行的群體活動，所以的漁獲都集中在一起之後，按照魚的種類 (kolexe balai、pangus) 和參加捕魚活動的人口數平均分配。而在當天的山澗溪谷中，漁撈的家族聚集加上漁獲分配的吆喝聲，可算得上是一場熱鬧的家族遊獵盛會了。

泰雅族的捕漁法包括：使用弓矢、魚叉、魚筊、魚鉤、堰魚法、施放魚藤等方法。有個人性的漁撈，也有集體性的圍捕；然而不論是溪撈或河撈，各部落多有一定的漁撈區域，以作區別。而在家畜的飼養上，早先飼養以雞、狗為主，後來則逐漸傳入豬隻，最後才傳入牛隻牲口。

[取自：魚藤捕魚 - 台灣原住民歷史語言文化大辭典網路版

http://210.240.134.48/citing_content.asp?id=3225&keyword=%B3%BD%C3%C3%AE%B7%B3%BD

鄒族文化中也有類似魚藤的使用：

全社成員共同進行的，青壯的男子負責挖掘毒藤樹根，全體聚集在河流上游，將捶擊的藤根一齊投入水中，人們跟著往下游走，只要魚蝦浮游於水面使用魚網撈起，最後全體會把魚倒成一堆，然後推派年長者一一分給每一位參與的人。

參考新美國小科展作品:鄒族的觀念中，流經我們家族土地上的河川也是屬於我們家族的財產，所以村民除了全體毒魚外也可以毒自己家族河段的魚，但是必須在毒魚藤流進別人河段之前，把地瓜搗碎丟入河中解毒，因為毒魚藤的毒不可以進入別人的河段。

B. 魚藤小檔案

魚藤自我介紹：

中文名稱：	踳藤
英文名稱：	Taiwan Millettia · Tubaroot Jewelvine · Tuba
學名：	Millettia taiwaniana (Matsum.) May. Derris elliptica (Roxb.) Benth.(毛魚藤)
科名：	豆科(Leguminosae)老荊藤屬(Millettia)
別名：	魚藤、毒藤、蕾藤、台灣蕾(雷)藤、台灣崖豆藤、台灣雞血藤、華魚藤

原產地：	台灣
分佈：	台灣全島海拔 1000 公尺以下之林緣、路旁、山坡向陽地，相當常見。低海拔山地與平原地原野
用途：	1.庇蔭濃密，全株可作蔭棚。 2.根含魚藤酮，可毒魚並可製殺蟲劑，具殺蟲之效。 3.藥用：性味：根及枝葉：苦、辛、溫，有毒。效用：根：散瘀止痛，殺蟲止癢。治跌打腫痛，皮膚疹癢，疥瘡，關節腫痛。
莖：	攀緣性木質藤本灌木。
葉：	奇數羽狀複葉；小葉 7-13 對，革質，對生，先端突尖，基部鈍，全緣，背面微布軟毛。
花：	總狀花序於春至夏開出，密被柔毛；花為淡紅紫色，其後變為白色，花冠蝶形；旗瓣橢圓形，先端凹缺，基部具短瓣柄，雄蕊單體。
果實：	莢果球形或長橢圓形，果莢木質，內藏種子 1-3 粒。
特性：	攀緣性灌木。攀緣灌木。奇數羽狀複葉；小葉 9-13，倒披針形，鈍頭，基部銳至鈍，長 10-15 公分，寬 4-8 公分，背有絨毛。總狀花序腋生，有短柔毛，花淡紫紅色。莢果木質，球形或橢圓形，徑 5-8 公分，有小瘤粒。生態 / 分布：產臺灣低中海拔林中，分布琉球。
用途與解說：	根含魚藤酮，可毒魚並可製殺蟲劑；庇蔭濃密，可為蔭棚之植栽。
其他：	根及莖。誤食後出現消化及神經系統症狀，如噁心、嘔吐、腹痛、呼吸緩慢、陣發性痙攣；嚴重者昏迷、呼吸麻痺、心力衰竭而死。落藤，產於平地，最高可達 1600 公尺的山區，根、莖含有魚藤酮，是山地原住民毒魚的重要植物，用法：將魚藤根部搗爛後所流出的汁液，放到溪水中，可使魚類暫時行動遲緩而易於捕捉。

資料來源：

[<http://chunchi.nctucis.org/~twtrees/book2/100.htm>,http://nr.stic.gov.tw/plant/html/plantDetail.CFM?plant_NO=426]

魚藤如何使用：



搓揉後將汁液滲入水中具有麻醉效果的魚藤。(記者游太郎攝)

●魚藤又稱台灣魚藤、盧藤、毒魚藤、三葉魚藤等，屬木質藤本、奇數羽狀複葉，葉為橢圓形，花冠呈蝶形，白色或粉紅色，全株有毒。

●魚藤枝葉搥打後，可萃取出汁液，汁液有麻醉的效用，太魯閣族以往在重大祭典時，常利用汁液中富含的麻醉劑來捕魚(將葉子搥打後放入水中)，魚群接觸後因遭麻醉而浮起，即可不費力地撈捕大量魚獲。

●人畜誤食後會引起腹痛、噁心、嘔吐、陣發性痙攣、肌肉顫動、呼吸減慢，嚴重時會因呼吸中樞麻痺而死；也可通過皮膚引起中毒，早年還拿來製造農用殺蟲劑。

●轟動一時的花蓮五子命案，專案小組曾在凶宅尋獲魚藤，一度研判是否為下毒的來源，

毒性也受到警方的重視和虛驚。(記者游太郎)

C. 魚藤相關研究

使用巴拉刈、魚藤酮 帕金森氏症罹患率較高

2011/02/22 08:18:42

一項新的研究指出，使用農藥魚藤酮(Rotenone)與巴拉刈和帕金森氏症具有關聯性。跨國研究團隊證實了，只要曾經使用過其中一種農藥，罹患帕金森氏症的機率是一般未曾使用者的 2.5 倍。

此項研究是由位在加州的美國國家健康中心、帕金森氏症臨床研究中心與其所屬的美國國家環境健康科學中心研究團隊共同合作之研究成果。

「魚藤酮直接抑制細胞內製造能量的粒腺體(mitochondria)之功能」，國家環境健康中心研究學者、也是此項研究刊登在《環境與健康展望期刊》的共同作者之一弗雷亞卡邁勒博士(Freya Kamel)表示，「巴拉刈會製造更多氧氣的衍生物(oxygen derivatives)，可能會導致細胞結構的傷害，民眾使用此兩種農藥或是其他具有相似機轉的農藥，更有可能發展出帕金森氏症。」

研究學者在農業運動評估計畫(FAME)分析了 110 位帕金森氏症患者與 358 位對照組，比較其暴露在除草劑等農藥和其它神經性毒物與帕金森氏症的關係。

此項病例對照研究(case-control study)也是包含在農業運動評估研究計畫(FAME)以及農業健康研究計畫中，蒐集了 9000 位具有證照的農藥使用者與其配偶的資訊。

研究員藉由詳細的訪談以及運動障礙專家評估，確診出帕金森氏症與終生使用農藥的關係。帕金森氏症臨床研究中心負責人、也是此篇研究的主要作者卡洛琳坦娜 (Caroline Tanner)指出，「這項發現幫助我們了解帕金森氏症的生理變化，以及對於帕金森氏症治療與最終的預防隱含重大的意義。」

目前美國聯邦政府尚未核准一般住家庭園使用此兩種農藥，基於帕金森氏症動物模式研究的隱憂，巴拉刈長期以來受限制僅能使用在特定用途上。

巴拉刈是德國巴塞爾 Syntenga 公司所出產的除草劑 Gramoxone 主要成分，對於草本植物影響極其廣泛，也被視為世上最危險與最具爭議性的農藥之一。巴拉刈具劇毒性，且缺乏解毒劑，對人體會導致嚴重的健康危害，甚至可導致死亡。研究也發現此農藥對小型哺乳動物與鳥類造成副作用，並可能會殘留累積在土壤內。

巴拉刈曾經被美國政府用來消除墨西哥和哥倫比亞當地的大麻。先前的研究發現，此種除草劑不僅毒害施用農藥的工人，甚至吸食噴灑過農藥的大麻，也都會受到**危害**。

在瑞典，巴拉刈從 1983 起禁用。2007 年 7 月，歐盟初審法庭也裁定禁用，駁回了歐盟執委會 2003 年的核准，當時的裁判理由指出，巴拉刈與帕金森氏症的關連性研究尚未建立。

魚藤酮是美國環保署唯一許可、用來消滅外來魚種的環境用藥，近來多用於消除芝加哥水道系統的外來物種亞洲鯉魚。

美國環保署聲稱，魚藤酮對野生動物與人類的毒性等級是「低」等級，建議用來消除亞洲鯉魚的用量也不會對鳥類或哺乳動物造成毒害。

魚藤酮是從數種熱帶和亞熱帶豆科植物根部所提煉的天然物質，在北美使用魚藤酮可追溯到 1930 年代，最早使用於池塘與湖泊的魚類取樣作業，或是用來完全消除不受歡迎的魚類族群。

魚藤酮非長效性，因此不會殘留聚集在土壤、水中或動植物體內。魚藤酮會快速分解成二氧化碳和水；但是用魚藤酮處理過的水體若移出到其他區域，必須以高錳酸鉀當作魚藤酮的去活性劑，才能確保水體裡的魚類和水生物不會受到危害。

[摘譯自 2011 年 2 月 15 日 ENS 美國，加州，桑尼維爾報導；陳巾眉編譯；蔡麗伶審校

轉貼自環境資訊中心 2 月 21 日報]

D. 殺蟲劑的延伸，其他植物也可以作為使用的比較？

其他植物 http://www.liukung.org.tw/organic_fram/organic_tech/uogi_01_05.html

E. 泰雅捕魚文化介紹角色扮演劇本：

劇本分成三個部份：由老師自己飾演下面角色，() 括號內為動作

劇本一：泰雅男生處理魚藤

旁白：一年一度的捕魚大會又將來臨，請所有泰雅青年依照分配到的區域進行魚藤採集工作。

(泰雅男生孔武有力樣子)

泰雅男生：黑修黑修～

(泰雅男生把魚藤砍下來)

泰雅男生：我一定要先辨認魚藤特殊葉片的樣子，對生，長橢圓狀

(泰雅男生利用石頭敲擊，得到魚藤汁液)

泰雅男生：盡量從根部敲擊，比較容易得到汁液

(泰雅男生走到上游，撒下汁液進行捕魚)

泰雅男生：下游的婦女準備囉！

劇本二：溪水裡的魚，擬人化的方式演出

(魚聞到奇怪的味道)

魚：這是甚麼東西，過去看看。

(魚碰到汁液，無法使之脫落)

魚：感覺越來越昏迷了。

(演出魚慢慢失去意識，並且翻覆)

劇本三：泰雅耆老的分享概念

(看著所有的漁獲)

耆老：這些漁獲，不識捕到魚的人自己分掉，而是要拿給所有村子裡的人。

(分配動作)

耆老：分享資源是泰雅族祖先一直傳承下來的精神，讓大家都快快樂樂生存下去。

F. 補充實驗 - 研究解毒的方式。(此實驗是一種假設的實驗方式)

使用 PH meter 直接把電極插進待測溶液後，等待數據穩定再紀錄數據。

測量魚藤溶液的酸鹼性後，資料中顯示地瓜汁、石灰、鹽、空心菜的溶液可以幫助解毒，準備這些材料後配製成各種濃度後進行酸鹼度的量測，此時再與魚藤溶液的酸鹼度比較，由酸鹼中和的發生判斷何種溶液有機會解毒。

G. 導電度的測定

水中導電度測定方法 - 導電度計法

中華民國 89 年 11 月 23 日 (89) 環署檢字第 70017 號公告

自中華民國 90 年 2 月 23 日起實施

NIEA W203.51B

一、方法概要

導電度 (Conductivity) 為將電流通過 1 cm^2 截面積，長 1 cm 之液柱時電阻 (Resistance) 之倒數，單位為 mho/cm ，導電度較小時以其 10^{-3} 或 10^{-6} 表示，記為 mmho/cm 或 $\mu\text{mho/cm}$ 。導電度之測定需要用標準導電度溶液先行校正導電度計後，再測定水樣之導電度。

二、適用範圍

本方法適用於水及廢污水中導電度之測定，測定範圍因導電度槽之電極常數 C 值之大小而異，一般而言，電極常數和測定範圍之關係如表一所示。

三、干擾

(一) 電極上附著不潔物時，會造成測定時之誤差，故電極表面需經常保持乾淨 (註 1)，使用前需用標準之氯化鉀溶液校正之。

(二) 當溫度改變攝氏一度時，導電度會偏差 1.9%，因此測定時，最好使用水浴維持在 $25 \pm 0.5\text{ }^\circ\text{C}$ ，否則需校正溫度偏差，並以 25°C 之校正值表示之 (註 2)。

四、設備

(一) 導電度計：包括導電電極 (白金電極或其他金屬製造之電極，至少具有 1.0 之電極常數者) 鹽橋 (使用範圍在 $1-1000\ \mu\text{mho/cm}$ 或更大者) (註 3) 或溫度測定及補償裝置。

(二) 溫度計，可讀至 $0.1\text{ }^\circ\text{C}$ 者 (註 4)。

(三) 水浴：有恆溫裝置及耐腐蝕者 (註 4)。

五、試劑

(一) 去離子蒸餾水：其導電度必須小於 $1\ \mu\text{mho/cm}$ 者。

(二) 標準氯化鉀溶液，0.01 N：溶解 0.7456 g 標準級氯化鉀 ($105\text{ }^\circ\text{C}$ 烘乾 2 小時) 於去離子蒸餾水中，並於 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 時，稀釋至 1000 mL。

六、採樣與保存

本方法可使用於現場或實驗室測定，若採樣後無法在 24 小時內測定完成，則需立即以 0.45 μm 之濾膜過濾後 4 $^{\circ}\text{C}$ 冷藏並避免與空氣接觸。過濾時，濾膜及過濾器應先使用大量去離子蒸餾水及水樣淋洗。

七、步驟

(一) 將標準氯化鉀溶液及待測定之水樣置於室溫或水浴中保持恆溫，此時水溫應在 25 ± 0.5 $^{\circ}\text{C}$ ，否則依表二調整電極之導電度值（註 2）。

(二) 測定水樣時，電極先用充分之去離子蒸餾水淋洗，然後用水樣洗，再測其導電度。

(三) 以同樣步驟測定其他各水樣之導電度。

(四) 水樣多時，應於測定過程中，以標準氯化鉀溶液校正之。

八、結果處理

若無溫度測定補償裝置者，則需以下式計算：

$$k, \mu\text{mho/cm} = \frac{(km)}{1 + 0.0191(t - 25)}$$

其中：k, $\mu\text{mho/cm}$ = 換算成 25 $^{\circ}\text{C}$ 時之導電度

km = 在 t $^{\circ}\text{C}$ 時測得之導電度

表一 電極常數 C 與測定範圍之關係

電極常數 (cm^{-1})	測定範圍 ($\mu\text{mho/cm}$)
0.01	20 以下
0.1	1~200
1	10~2000
10	100~20000
50	1000~200000

表二 0.01 N 之標準氯化鉀溶液於不同溫度下之導電度值

°C	μ mho/cm
15	1142
16	1169
17	1196
18	1223
19	1250
20	1277
21	1304
22	1331
23	1358
24	1385
25	1412
26	1439
27	1466
28	1493
29	1525
30	1554
31	1584
32	1613

註 1：請參照導電度計操作手冊，經常清洗電極。

註 2：若導電度計附有溫度測定及補償裝置者，請依操作手冊操作，不必另行校正溫度偏。

註 3：市售之導電度計依各種廠牌型式不同，而有不同之測定範圍，應選購適合測定各水樣者。

註 4：若導電度計附有溫度測定補償裝置者，本設備可省略。