

在小学课程中引入 DNA 概念与知识的经验分享

吴佩仪
香港青年协会李兆基小学

冯新伟
香港教育统筹局

电邮：leofung@emb.gov.hk

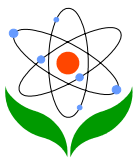
收稿日期：二零零六年三月十四日(于六月十六日再修定)

内容

- [撮要](#)
 - [引言](#)
 - [发展背景及方法](#)
 - [课程发展](#)
 - [课程内容](#)
 - [课程设计](#)
 - [校本特色](#)
 - [教师协作](#)
 - [参与学生](#)
 - [学习评估](#)
 - [结论](#)
 - [参考数据](#)
-

撮要

分享一个校本课程发展的经验：在正规课堂上教授小学生 DNA 的知识和概念，并通过审视教学内容、学生各种学习表现以及家长的回馈，加上参与教师的反



思, 总结出在小学课程中引入 DNA 概念与知识的做法确实成功及值得向其它小学推介。

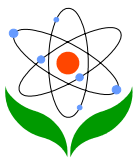
1. 引言

在小学层面, 以 DNA 的概念与知识作为学与教的切入点实非易事。因为学生在日常生活中并不常常意识到细胞、基因和 DNA 等物质的存在, 而且他们更不可能利用五官真正接触过这些东西, 所以很少机会基于已有知识或生活经验建构出关于分子生物学的知识。另一方面, 在小学的常识科课程中, 并没有涉猎有关 DNA 的课题; 但学生却可在现今科学与科技急速发展的社会当中, 透过图书、报章杂志、电视、互联网、参观科学馆等途径, 接触到很多与生物科技有关的信息, 如基因食物、复制动物和药物生产等。倘若学生缺乏对于 DNA 及基因的基础知识, 他们很难掌握生物科技这应用层面的认识。基于上述的两点, 现在是很值得在常识科的课程中加入一些分子生物学的基础概念作为增润, 一方面帮助他们从阅读或其它媒体了解分子生物学及生物科技, 追上时代的节奏; 另一方面亦提供机会诱发学生对科学与科技的学习兴趣及好奇心, 从而为培养未来的科学家铺路。其实, 这些出发点跟香港小学常识科课程指引(当中结合了个人、社会及人文教育、科学教育与科技教育三个学习领域)所倡议的互相呼应和紧扣的。

本论文的目的旨于分享如何运用一套经翻译及改编的教材, 辅以生活化的例子, 教授一班四年级学生认识 DNA 的经验, 当中以学生各方面的表现、家长的回馈及教师的反思对有关的教学作出评估, 藉此让其它有兴趣教授 DNA 的学校作参考。

2. 发展背景及方法

在香港, 普遍的学校在中央课程的纲领下, 建基于本身的优势, 可自行规划课程。因此, 教师可就学生的兴趣、学校周年主题及个人专长, 发展校本课程。校本课程的设计可以是沿于中央课程, 经过剪裁、调适、增润或延伸而产生, 目的是用来照顾学生的个别差异。在二零零四至二零零六年期间, 本校参加由教统局资优教育组所举办的种籽计划, 目的是透过校本资优培育课程推展资优政策。参与计划的老师跟教统局的课程发展主任共同规划课程, 藉此满足在科学方面学习能力较高的资优学生。



以 DNA 概念作为发展校本资优培育课程的切入点, 本是源于一个每年在香港科学馆举行的活动 — 活的科学 (Science Alive), 这是一个普及性的推广科学的活动, 以深入浅出的方法介绍科学的现象和知识, 形式多以展览、讲座或工作坊进行, 讲者大多来自英国著名大学或与科学相关的学术机构, 每年主题都不同。适逢 1999 年所举办的一次, 是以 DNA 结构作为主题的。故教统局资优教育组因时制宜, 借着这有关 DNA 的推广活动, 鼓励各间从事以科学教育为主线培养资优生的种籽学校, 尝试引入 DNA 作为设计校本课程的元素。

参与学校一向以科学教育及探究之范畴发展校本资优培育课程。在得到教统局资优教育组课程发展主任的建议及专业指导下, 学校老师尝试以 DNA 为主题发展校本课程。当中所采用的课程内容是取材于由 Assinder 博士所编写的一套关于 DNA 的教材^[1], 当中的内容颇浅白, 活动设计又生活, 加上辅以生活化的例子, 学生很容易透过亲身经历那些手脑并用的活动, 建构 DNA 的概念。因此, 经各参与同工的讨论, 决定采用该教材作为蓝本, 经过翻译及剪裁, 从而发展一套关于 DNA 的校本课程。

3. 课程发展

此部分包括校本课程的发展成果、参与教师对课程及教学的反思及学习评估, 当中辅以学生在参与课程前后的测验成绩、课业和校内常识科学学业成绩, 以及学生家长的回馈, 作为评估该课程学与教表现的左证, 以此反映参与的学生在知识、技能及态度上的学习得着。

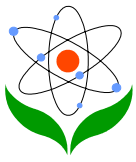
3.1 课程内容

上述的校本课程意译为「探索 DNA: 生命的蓝图」。课程设计采用了「学习即参与」的教学理念^[2], 其教学原则是为学生提供手脑并用的学习经历, 着他们亲身参与课堂活动及互动讨论, 从而认识有关 DNA 及细胞的课题及建构知识。该课程共分为六个部分, 每部分的教学时间为六十分钟。学生透过手脑并用的课堂活动, 认识植物及动物细胞的基本部分、如何利用显微镜观察洋葱表皮细胞、DNA 化学结构及作用, 以及复制 DNA 简单的原理等科学知识。

下表是各课程部分教学现场情形的说明, 当中包括参与教师的反思。

课堂一: 齐来做蛋糕

这课堂借着做蛋糕的过程, 以不同的食谱做出不同款式的蛋糕作为比喻, 引导学生明白每个人的 DNA 都不相同, 就像食谱一样, 会决定人的不同特征。在



课堂中, 学生根据两个不同的食谱分组制作蛋糕, 之后老师利用蛋糕向学生作出提问, 着他们想出为何以不同的食谱会做出不同款式的蛋糕; 再以此作为比喻, 引导他们认识 DNA 如食谱一样, 各人都有属于自己的食谱, 所以每个人的样貌都不相同。

其实, 透过这个比喻作解说, 对学生掌握个中的概念是很有用的, 因为 DNA 对于小学生是抽象的, 看不见也摸不到。利用做蛋糕过程作比喻, 学生便会较易明白每个人身体内都有一个独特的 DNA 蓝图, 就像做蛋糕的食谱一样, 不同的食谱做出来的蛋糕便有所不同。而且在之后的课堂, 老师也可引用学生制作蛋糕的经历, 帮助他们建构知识。

课堂二：查找不同

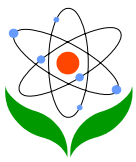
这课堂透过简单的活动, 着学生比较及讨论相同或不不同国籍人士的特征以及预先设计之程序在体内是否存在, 从而认识每个人拥有一张独特的生命蓝图, 而它会控制我们的样子和特征。

在过程中, 学生分组进行活动。教师首先请三位同学出来作模特儿, 着其余的学生找出这些模特儿的身上在特征上不同的地方。在观察的过程中, 教师特意请模特儿尝试卷起舌头、眨眼、推高头发展示额头, 又引导学生留意他们的耳珠和指纹, 目的是使学生更具体的留意三者之间同一部位不同的分别, 而不是着眼于长度与大小主观的判断。之后, 再向各组学生展示不同国籍人士的图片, 同样着他们找出这些人士不同的处。活动结束后, 教师根据学生从观察中搜罗到的资料, 带领学生作比较和讨论, 当中引导学生判断思考, 自行建构「体内有一套程序来指示和控制我们的成长和样貌」、「DNA 存在于身体的细胞内」、「由 DNA 控制的一些身体特征」等认知。

在讨论的过程中, 教师引用蛋糕食谱的比喻, 套用在个体间不同地方之上, 这引导学生把新接触到的知识跟已有的连系起来, 对较抽象的学习更为牢固。

课堂三：跟细胞打交道

在课堂中, 教师首先以屋子内的不同部分比喻作人体内不同的器官; 以起屋的砌砖比喻作细胞, 藉此向学生灌输人体是由很多个细胞组成的概念和细胞基本的结构, 这初步让他们认识细胞。鉴于学生透过图画认识细胞, 他们对于「细胞是很微小和立体的」观念未必掌握到。所以之后的跟进活动, 便让学生制作细胞模型, 并亲自标示细胞不同的部分。细胞模型制作完成后, 教师再着学生观看一套介绍细胞的教育电视, 及后以问答游戏作学习的诊断。当中细胞模型



制作和教育电视的数据片段, 进一步为学生带来亲身经历和视觉刺激, 从而掌握有关的知识, 加深他们对细胞微小和立体的概念的理解。

课堂四: 观察洋葱表面细胞

该课堂的目的是让学生亲身体验, 利用显微镜观察细胞, 牢固他们前一堂所学的知识。过程中, 他们利用显微镜观察洋葱表面细胞, 并标示细胞的不同部分。教师借着学生绘画细胞的模样和标示的部分, 评估他们是否能够找出细胞的基本部分。

课堂五: 反转 DNA

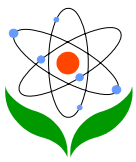
这课堂利用简单的剪贴实作活动, 让学生亲手尝试把 G-C 及 A-T 结合, 制作一小段的 DNA。之后, 教师把数段 DNA 连结起来, 并营造在细胞核内的情境, 着学生把自己代入为 G, A, T, C 的其中一种化学物质, 参与在 DNA 复制的过程之中。这种参与形式的学习, 小学生不用凭空想象, 在参与的过程中, 亲眼目睹 DNA 如何由一条复制成两条 G-A-T-C 次序相同的 DNA, 从而掌握 G-C 及 A-T 结合与 DNA 复制之间有所关系的抽象理解。

课堂六: 复制卡通面

跟第五课的安排类同, 这堂也是利用简单的剪贴实作活动, 着学生根据 DNA 的密码制作不同表情的卡通面, 当中学习 DNA 密码如何决定人的面貌。由于长长的 DNA 密码对小学生来说过于复杂, 所以这课堂的设计, 是利用简短的 DNA 密码代表卡通人物不同的特征, 学生在活动中尝试解码, 藉此对于 DNA 密码如何决定特征的原理得以初步的掌握。

3.2 课程设计

从宏观的角度来分析, 课程首两堂的设计目的是先让学生建立「人的不同面貌是由每个人体内独特的 DNA 所控制」的认知; 之后两堂, 目的是先着学生认识「人体是由细胞组成」及细胞的基本结构, 再引导他们找出 DNA 的藏身地。知道 DNA 存在于每个细胞内的细胞核后, 才着他们以分子层面认识 DNA 的化学结构及复制原理。明白 DNA 如何由一组复制成两组完全相同的物质, 学生便可联想到当细胞分裂后, 为什么两个子细胞内的 DNA 可以保留跟母细胞相同的遗传物质。这可见整个教学流程铺排有序, 逐步透过手脑并用的活动, 引导学生由细胞层次至分子层次认识分子生物学中最基础的知识。



3.3 校本特色

上述课程首次安排于校内四年级其中一班学习能力较高的学生参与作为试点, 这是基于学校本身的有利条件而推行的。

学校一直推行资优教育, 在正规课时及课后均有为能力较高的学生作特别照顾。为使学生更有效学习, 三年级以上的学生是按能力分班的, 这安排对教师因材施教较有利; 另一方面, 学校亦以抽离式课程于课后满足能力较高的学生的学习需要。适逢参加教统局的种籽计划, 当中建议试行浓缩课程^[3], 做法是为中上能力学生调整正规课程, 删减已掌握的课程部分或以相当他们本身的能力加速学习, 利用「浓缩课程」所提供的时间(浓缩时间)安排学生作充实活动。结果在分析学校的已有条件后, 尝试将三者结合: 在正规课堂时间, 以浓缩课程作为教学策略, 为学习能力较高的学生提供原本于课后才安排的充实活动, 着他们善用常识课的时间作增广及加速的学习经历。再因应学生的学习兴趣, 配合常识科的课程理念及方向以及教师的个人专长, 学校尝试把「探索 DNA: 生命的蓝图」的课程应用于浓缩课程的发展上, 作为当中部分的充实活动。因此, 学校安排四年级学习能力较高的学生在浓缩时间学习关于 DNA 的课程内容。这可见有关的课程发展是建基于学校本位而成的。

3.4 教师协作

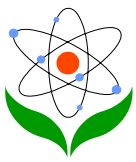
参与教师跟教统局资优教育组课程发展主任协作形成上述课程。在过程中, 课程发展主任为教师翻译教材, 并以观课者的角色, 为施教的老师于每课后提供专业指导及改善建议。而教师则负责参考有关教材, 编写教案及设计适合该班及在有关场地进行的课堂活动, 在课堂上演绎教案; 此外, 亦须就课程发展主任所提出的意见作改善, 务求把每一课互相连贯, 令学生透过已有知识巩固新接触的知识。

3.5 参与学生

参与学生的平均年龄约九岁, 因学校编班制度的关系, 他们编于同一班上课, 全班共有 35 人。这班学生在中、英、数及常识的平均学业成绩较理想, 而且根据教师的观察及过往经验得知, 这些学生普遍在科学方面有较突出的表现。于是安排他们参与上述课程。

3.6 学习评估

这个校本课程的评估可从知识、技能和态度三个层面反映。

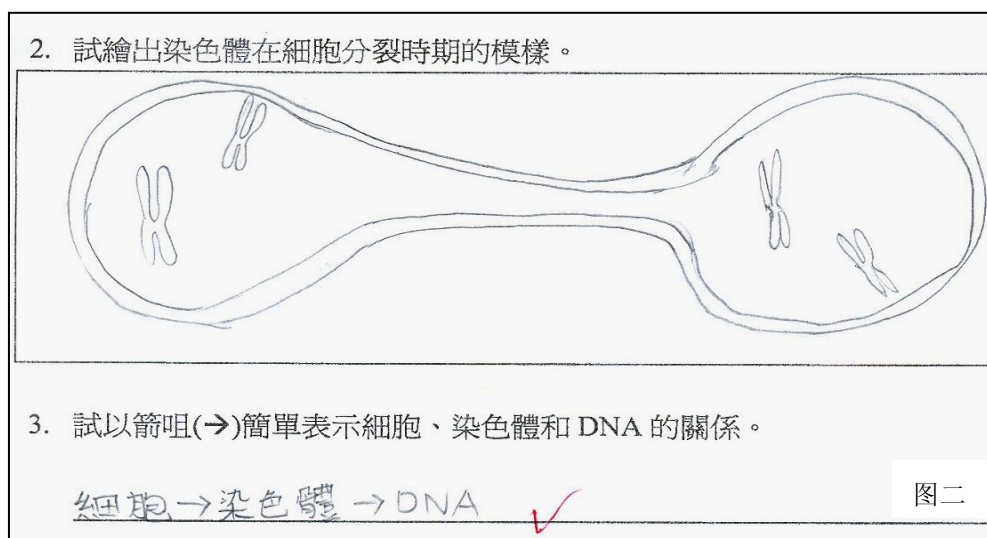
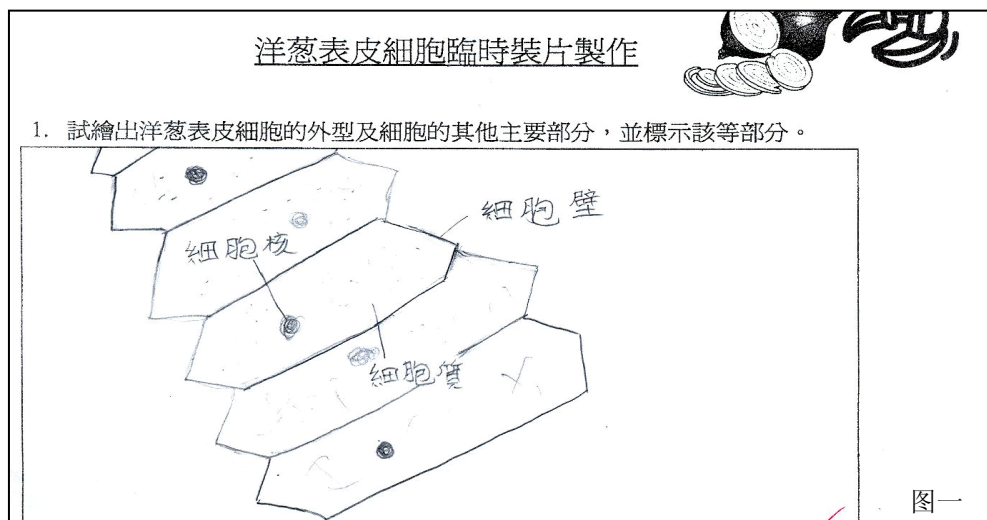


3.6.1 知识

透过课堂的提问、活动后的工作纸及小测、前后测比较和课后反思及访问得知, 学生在科学知识上有一定程度的增长。

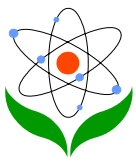
➤ 活动工作纸

从学生在活动工作纸上的表现(如图一及图二所示), 教师可粗略评估学生是否能掌握细胞的基本部分及细胞与染色体及 DNA 的关系。整班约有八至九成的学生可完全正确画出及标示植物细胞的基本结构, 并写出细胞、染色体及 DNA 之间的关系。而其余的学生未能完全正确绘画细胞的原因, 只是因为把气泡当作成细胞核及细胞质而已。



➤ 前后测的比较

为了评估学生学习 DNA 课程的成效, 计划设有前测及后测给参与的学生在课堂上进行测试, 以搜集数据评量有关教与学的成效。前测安排于学生在



参与第一课接触 DNA 教学活动前进行；而后测则安排于最后一节完成复制卡通人面活动后。

以下是部分学生完成的前后测比较结果：

i. 从图三及图四中展示的比较结得知，学生透过课堂活动而理解到 DNA 及其次序可决定生物的外表和特征。数据显示，当中有四成三的学生，在参与教学活动之前，普遍认为是面貌、眼睛、脑袋或心脏等身体器官控制人的外表特征；经过课堂活动后才知道 DNA 决定地球上不同种类生物的外表和特征。有五成一的学生，他们在学习前已经接触过 DNA 这个名词；其余的学生则于学习后进一步知道其密码的次序是生物外表特征的决定因素(如图四)。

前测

3. 你認為甚麼「東西」決定地球上不同種類生物的外表和特徵？

腦部。

後測

3. 你認為甚麼「東西」決定地球上不同種類生物的外表和特徵？

DNA。

图三

前测

3. 你認為甚麼「東西」決定地球上不同種類生物的外表和特徵？

DNA。

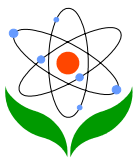
後測

3. 你認為甚麼「東西」決定地球上不同種類生物的外表和特徵？

DNA的「次序」。


密碼

图四




ii. 从图五及图六的前后测比较, 可评估学生知道决定生物外表特征的东西是存在于细胞(核)之内。数据显示, 有五成七的学生, 在参与教学活动之前, 普遍认为决定生物的外表特征的东西是存在于人体器官, 如眼睛、脑袋或心脏; 活动后, 则完全能够清楚画出或写出那些东西是存在于细胞(核)之内。有三成四的学生, 在活动前, 得知 DNA 可从头发、血液、口/鼻水或指甲等等抽取出来, 故这些学生认为 DNA 存在于这些物质之内; 活动后则能清楚指出 DNA 是存在于细胞核内。

前测 4. 問題(3)中所提及的「東西」存在於我們身體的哪一個部分? 試以圖畫將你的答案畫出來。




後測 4. 問題(3)中所提及的「東西」存在於我們身體的哪一個部分? 試以圖畫將你的答案畫出來。




图五

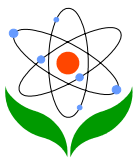
前测 4. 問題(3)中所提及的「東西」存在於我們身體的哪一個部分? 試以圖畫將你的答案畫出來。



後测 4. 問題(3)中所提及的「東西」存在於我們身體的哪一個部分? 試以圖畫將你的答案畫出來。



图六



iii. 在图七及图八中的前后测比较, 可反映学生在学习后能否具体说明来自爸妈的 DNA 会决定我们有些地方像父母亲。数据显示, 有一成四的学生, 于活动前并没有提及样貌似父母亲与遗传基因/DNA 有关; 于活动后则可表达出来。有近五成的学生, 于活动前已接触遗传基因/DNA 跟身体特征似父母有关; 于活动后进一步详细说明父亲的精子及母亲的卵子结合把两者的 DNA 遗传令自己有些地方似父母亲。

前测

5. 你有些地方像你的父親, 又有另一些地方像你的母親。試詳細解釋一下這個現象。

眼睛, 鼻子像爸爸, 嘴巴, 耳朵, 額頭像媽媽。

後測

5. 你有些地方像你的父親, 又有另一些地方像你的母親。試詳細解釋一下這個現象。

因為我的體內有爸媽的 DNA。

图七

前测

5. 你有些地方像你的父親, 又有另一些地方像你的母親。試詳細解釋一下這個現象。

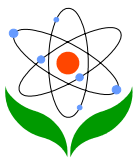
因為父親的 DNA 和母親的 DNA 結合一起, 所以我們有些地方像父親, 有些像母親。

後測

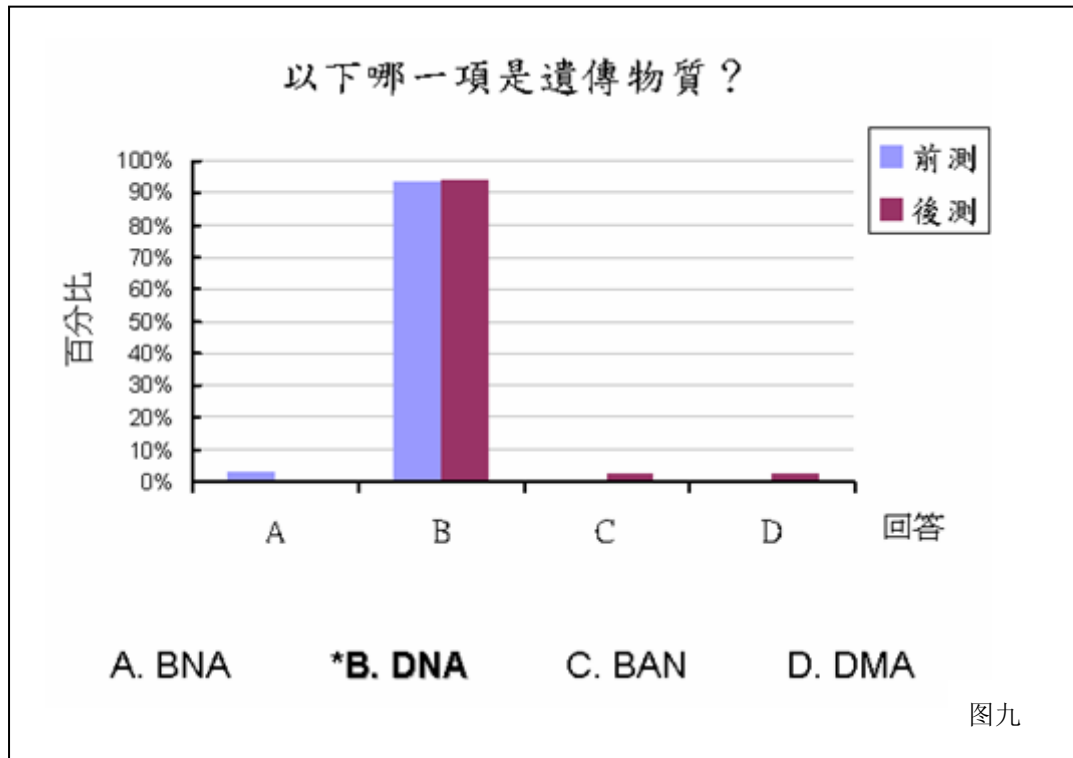
5. 你有些地方像你的父親, 又有另一些地方像你的母親。試詳細解釋一下這個現象。

因為媽媽卵子和爸爸的精子裏都有不同的 DNA 密碼, 而結合成, 所以我有些地方像爸爸, 有些地方像媽媽。

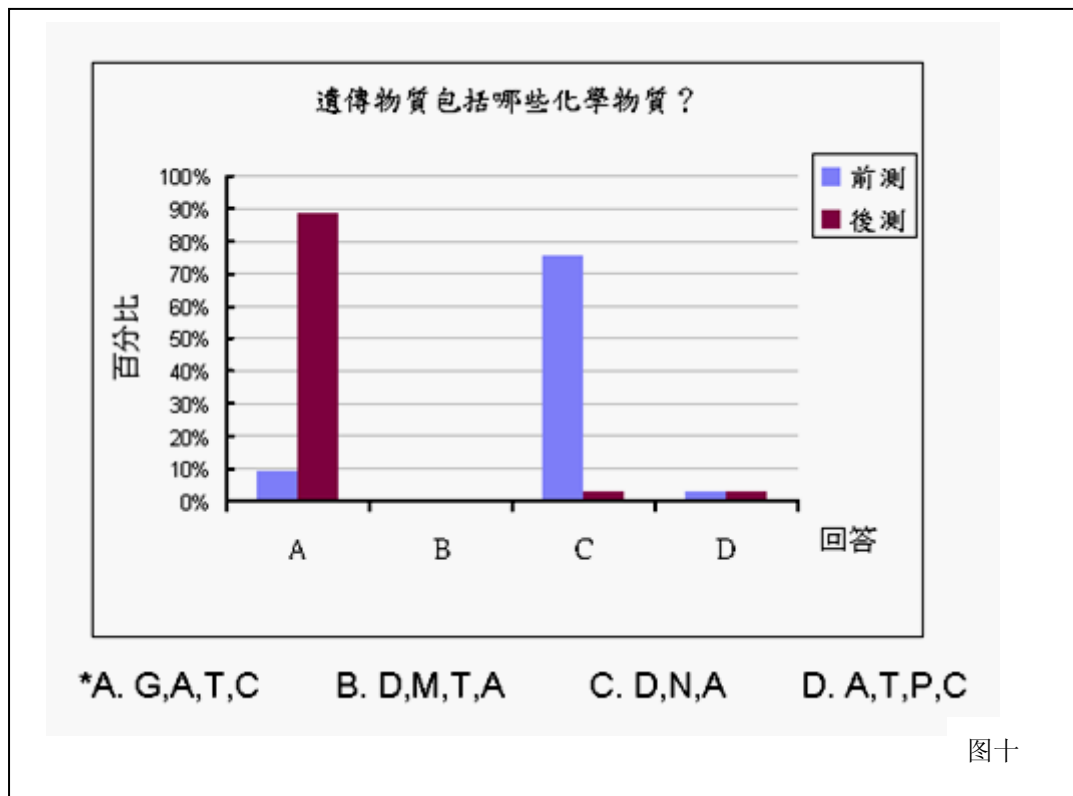
图八

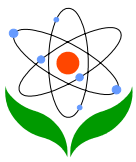


iv. 图九的结果反映班中有九成以上的学生, 在学习前已有接触 DNA 作为遗传物质的概念。



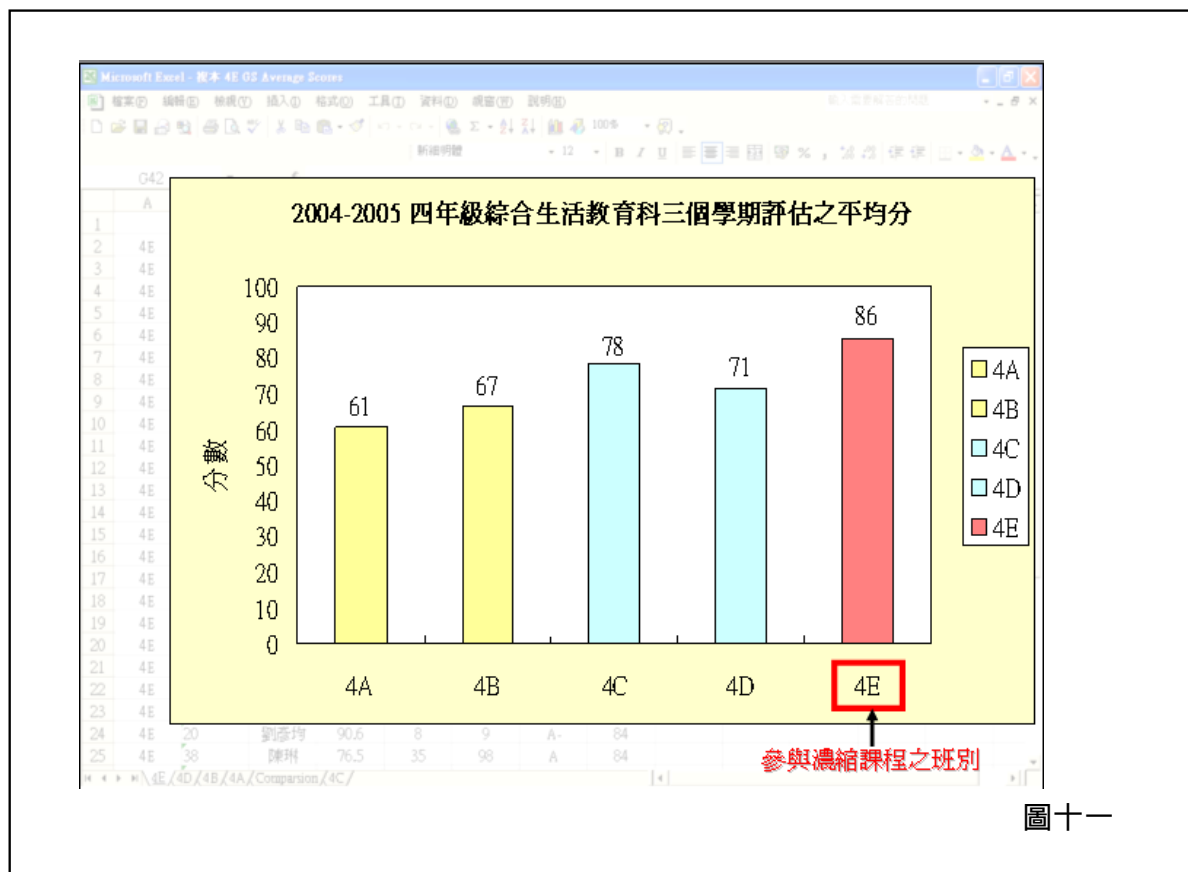
v. 图十的结果反映出, 大部分的学生于学习前以为 D, N, A 是遗传物质中的化学物质; 学习后, 则有约九成的学生肯定 G, A, T, C 是遗传物质当中所包含的化学物质。





➤ 校内评估成绩

可能老师和家长会担心, 学校推行浓缩课程会影响学生校内常识科的学业表现。从该班学生三个学期的校内常识科评估平均成绩显示(见图十一), 平均分高达 86 分, 而这个分数以学校的等级计算为甲等, 这反映学生的课业成绩仍然优异, 并没有因实验活动的安排而影响吸收基本课程所涵盖的知识的学业表现。

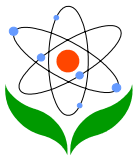


3.6.2 技能及态度

课程完结后, 研究小组以书面反思及访问形式收集学生及家长的意见, 下面是一些访问的节录及受访者反思的总结。

学生一: 「...这次课程...我感到新奇、兴奋。...当我完成了自己造的细胞的时候, 我很有满足感。」

学生二: 「...我学会...细胞分为那几个部分、DNA 的排列次序、酸性和碱性混合时会出现什么情况等等。这全都是我没有学过的, 我觉得很有兴趣。老师在



课堂中的实验和说解我完全明白。大多数时间占用了常识科的课堂, 但是我们可以自学, 所以不会担心...」

学生三: 「...虽然感到辛苦, 因为好多单元都要自学, 还要在课堂上小测... 虽然辛苦, 但也证明我能自学。俗语说: 『一分辛苦, 一分收镬。』不是吗?」

家长一: 「她... 感觉很兴奋, 经常喜悦地忆述上堂的经过和感受。... 她以肯定和自信的态度告诉我, 不是单靠外貌, 其实 DNA 来自爸爸妈妈各一半的。很有自信和肯定的将答案讲出来。」

家长二: 「... 我觉得原来小朋友是有能力自学的, 而且亦有能力学多些课本以外的知识, 所以这个课程能满足到他们的需要。」

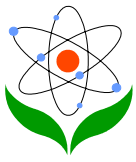
家长三: 「... 很大帮助。参与浓缩课程后, 她对科学课特别感兴趣, 求知欲很强... 显得特别专注, 经常带很多讨论回家中(与父母一起探讨)... 我们作为家长的也十分高兴, 因为他们很难得有机会上这些(关于 DNA 的)课...」

总括他们的回馈得知, 所有学生以不同的程度表示喜欢上述的课堂活动, 很投入参与; 认为课程内容非常充实, 对科学和实验课感到相当有兴趣。没有学生给予负向的意见。还有, 他们没有因自学的要求而感到压力; 相反, 他们因为明白老师额外要求的用意而变得更主动和积极地预早完成课业、阅读课外书或上网寻找资料, 懂得自我鞭策, 务求在参与活动之时, 也能应付正规常识课的基本要求。更有部分学生自信地认同参与校本课程后肯定了自己的自学能力。由此推论, 学生自学能力及搜集资料的技巧, 因为有关课程对他们的自学要求而有所提升。

另一方面, 接受访问的家长认为孩子参加科学实验活动后, 其自信心提升了, 对有关科学的书籍和电视节目特别感到有兴趣, 对科学的求知欲增进不少。每每于实验课后, 将很多关于科学的话题带回家中与家长讨论。此外, 她们认为子女没有因为老师不利用课堂的时间授课而影响学业成绩; 亦很认同老师对小朋友自学的要求促进了他们自我导向的学习态度; 他们更认为子女于小学阶段已学习到有关 DNA 的课题是十分难得的。由家长的回馈推论, 参与有关课程活动的学生, 其自信心及学习态度都得到正面的影响。

4. 结论

从上述的校本课程发展经验来看, 为小学生发展一套以 DNA 为主题的校本课程, 虽然受到某些因素局限, 如学生素质、教师的参与、学校现有条件及政策



等, 但能够汇聚各种现有的资源及条件, 加上协作的努力以及参与者的投入, 仍可发展出一套带校本特色的课程, 以照顾学生的个别差异。

从学生实质的学习成果和个人反思、家长的认同及回馈、前线教师的自我反思, 可反映出这个将 DNA 概念引入小学课程的构思和实践可算成功, 不过当中仍有改善的地方。日后可以更进一步做的, 是让学生亲手尝试从细胞中抽取 DNA, 做电泳法实验, 利用电子显微镜观看 DNA 精密的结构等等, 从而扩阔小学生的眼界, 引起他们的学习动机, 自学更多专业的知识。

毕竟, 于小学课程中引入 DNA 概念与知识, 在香港还是第一步。期望有关计划能够得以持续发展, 使课程发展更臻完善; 也冀望该课程可推广至其它小学, 让更多学生受惠。

5. 参考数据

- [1] Assinder, S. (1998). *Discovering DNA 'The Recipe for Life'*. Swindon: Biotechnology and Biological Sciences Research Council.
- [2] 香港公开大学 (2001): 《ET300C, 小学的课程和评估》。香港: 香港公开大学。
- [3] 蔡典谟译 (2001): *浓缩课程*。Sally M. Reis, Deborah E. Burns & Joseph S. Renzulli 原著: *Curriculum Compacting: The complete guide to modifying the regular curriculum for high ability students*. 台北: 心理。