

在小学课堂进行「日蚀」的教与学研究

苏咏梅

中国 香港

香港教育学院科学系

电邮：wiso@ied.edu.hk

邝润欢

中国 香港

圣公会田湾始南小学

电邮：yfkwong@eservices.hkedcity.net

收稿日期：二零零三年五月十七日 (十月廿四日再修定)

内容

[摘要](#)

[1. 引言](#)

[2. 教学研究](#)

[3. 儿童的科学观念](#)

[4. 建构教学理论](#)

[5. 研究计划与方法](#)

[5.1 研究对象](#)

[5.2 研究设计](#)

[5.3 建立科学概念的建构性理论框架](#)

[5.4 日蚀课题的基本概念](#)

[5.5 教学设计](#)

[5.6 研究问题](#)

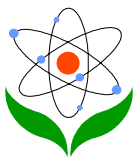
[6. 结果](#)

[6.1 学生对日蚀理解的改变](#)

[6.2 学生最深刻印象的学习内容](#)

[6.3 学生在课后延展活动的表现](#)

[6.4 学生认为令学习更有效的课堂学习活动](#)



[6.5 「计划 - 教学 - 评估」模式的改善教学](#)

[6.6 教师在概念理解及教学方法的改变](#)

[7. 结论](#)

[参考](#)

[附录](#)

[\(一\)问卷—小学生对日蚀的认识](#)

[\(二\)日蚀教学设计](#)

摘要

学者发现儿童在学前, 即接受正规教育前, 已对周遭世界如何运作有自己固有的观念。另外, 有研究发现社会文化观念令学生产生不同的科学观念。西方国家已有很多研究探讨有关学生的科学观念及理解, 但以本地学生为对象的研究则很少。本研究尝试探讨本地小学生对「日蚀」这自然现象的理解。亦检视运用有效的科学教学策略之建构教学理论架构来设计「日蚀」课题教学的成效, 以及探讨教学研究应用在课堂的可行性。研究对象是本地一小学全体六年级学生。研究方法采用访问、问卷及观课分析。结果发现学生在课后对日蚀的理解有明显的增加, 同时学生亦有选出他们认为令学习更有效的课堂学习活动。此外, 参与研究的教师亦表示他们在概念理解及教学方法有相当的改变, 显示教学研究能有效提升教师的专业发展。

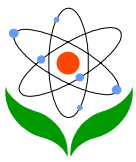
鸣谢:

本研究是与香港教育学院院校协作与教学实践发展中心和凤溪小学合作, 在此, 对参与研究的各位老师致以衷心的感谢。

1. 引言

对大多数的人, 无论是学生或教师, 观看日全蚀的发生似是一生人最多只有一次的经验(Sang, 1999)。本研究会以香港教师一般不太认识的天文现象的一个科学课题—日蚀(So, Tang & Ng, 2000), 运用建构理论架构来设计教学, 来了解香港学生对日蚀的理解及教师对日蚀课题的普遍教学方法、检视建基于建构理论架构的教学设计的成效, 及探讨教学研究应用在课堂的可行性。

儿童在接受正规教育前已对世界如何运作有自己固有的见解, 这已是广被接受的事情(Osborne & Wittrock, 1983; Gunstone, 1991; Henriques, 2002)。此外, 有研究指出对某些科学概念的社会文化观念会引致儿童建立另类的概念(Mohapatra,



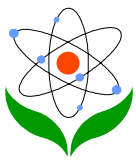
1991)。西方国家已有很多研究探讨有关学生的科学理解。Harlen (2001)也提供一个概括的评论检视有关学生科学学习的多项研究。然而, 以本地或中国学生为对象的相关研究则很少。

2. 教学研究

Keogh 和 Naylor (2002) 在进行教学研究时, 从咨询教师中得知他们所认同的有效教学策略都有注重学生的原有观念。而教师们所草拟的教学取向通常都有以下程序: 先找出学生原有观念, 继而准备适当活动, 尝试透过活动建立学生的概念。这与建构主义类同。建构主义理论把学习视为一主动及持续的过程, 当中学习者从环境获取信息, 依自己的原有观念与经验作出个人的演译及意义 (Driver 和 Bell, 1986; Roth, 1990)。学习关系到个人与社会沟通的意义建立过程 (Cobb, 1990); 而这过程又受学习者的目的、动机、对环境的注意度影响 (Driver 和 Bell, 1986)。儿童对科学现象建立多项性概念或理解 (Clough 和 Driver, 1986), 他们的理解不一定会因教学而改变 (Gunstone, 1991) 或在非预期的方式中改变 (Osborne 和 Freyberg, 1985; Osborne 和 Wittrock, 1983)。Osborne 和 Simon (1996) 细心的课堂观察及对师生们的访问, 显示出儿童的学习是如何受教师的提问及响应学生问题的技巧和能力所影响。这些结果有助建立一研究架构来探讨学生对科学现象的理解, 明了学生在课堂学习中的理解是如何改变及发展的。

Harlen (2001) 对儿童科学学习的评论亦探讨儿童科学学习如何在教学策略中反映出来。关于儿童天真科学观念的研究能为教师在计划或实践教学时提供见解及指引, 以挑战学生的既有观念 (Shymansky, Woodworth, Norman, Dunkhase, Matthews 和 Liu, 1993)。学者们非常致力于不同的学习范畴内容中选用教学策略及课程内容来试图加强学生科学概念的学习 (Fetherstonhaugh 和 Treagust, 1992, Diakidoy 和 Kendeou, 2002)。Poser、Strike、Hewson、Gertzog (1982) 指出学生在四种教学策略情况下会经历概念转变: 不满于现有概念、新概念的被理解、可信性与满意性。以上所述为改善科学教学的策略设计提供理论基础, 即是最初要考虑学生们的原有观念, 继而让学生参与实践性教学活动来建构概念。

事实上, 由于既困难又费时, 对学生科学观念的判断并不是正规教学的一环 (Fetherstonhaugh 和 Treagust, 1992; Keogh 和 Naylor, 2002)。因此, 本研究期望能引起教师及教育工作者的关注, 对学生的既有观念与一般看法的了解是有效教学的先决条件。另外, 本研究所设计的问卷题目 (附录一) 可让其它学校作参考及在一般课堂使用, 作判断学生原有观念及一般观念之用。再者, 本研究所采用的建构理论, 及学生认为有效的教学策略及活动, 可广传以供其



它教师采用, 以加强教学效能。

3. 儿童的科学观念

Harlen (2001) 指出学界对儿童科学观念的研究兴趣始于八十年代初。已有很多西方研究探讨过儿童对物理现象 (Driver, Guesne 和 Tiberghien, 1985; Stepan, 1994) 与自然现象 (Finegold 和 Pundak, 1991; Vosniadou, 1991; Rankin, 1995) 的观念。Sherpardson 与 Moje (1994) 探讨过小学学生对电路的了解, 亦有学者探讨过学生对天文学观念的转变 (Finegold 和 Pundak, 1991; Vosniadou, 1991)。Fetherstonhaugh 和 Treagust (1992) 曾研究儿童对光及其特性的理解。Henriques (2002) 作过儿童对天气理解研究的评论及回顾。

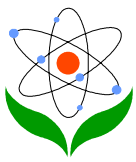
科学教育界普遍都接受学生在受教育前已对世界有自己的观念, 但这些观念通常都与广被接受的科学性解释有异 (Henrique, 2002)。Pine, Messer 和 John (2001) 认为学生这些意念是非常重要的, 是不容忽视, 因为在学习过程中这些观念是建立新知识的基础。此外, Mohapatra (1991) 以一群印度学生对日蚀的见解而作的研究得出社会文化经验是有可能引发学生的另类概念。以上所讨论的研究结果对是次以香港学生为对象同类研究很有参考价值。

4. 建构教学理论

有研究证明人们的先备知识与信念大大影响他们接受新知识的方式 (Fetherstonhaugh 和 Treagust, 1992; Shepardson 和 Moje, 1994; Vosniadou, 1991)。认知性学习视学习者为主观参与者, 在过程中主动建构自己对现实世界与物质世界的理论 (Piaget, 1970)。依此, 学习所得的新知识是「已知」与「所学」的结合产物 (Stoddart, Connell, Stofflet 和 Peck, 1993)。这样, 学习不只是内容加添的活动, 教师单靠「显示」与「讲授」是不足以转化学习者的原有观念及建构概念的。

一份政府文件形容香港小学教师在课堂教学中普遍采用教师示范取向和太倚赖课本, 以及不能就不同能力的学生调整个别课题的教学 (Education Commission, 1994)。这些问题同样出现在小学科学教学中。有一个本地研究指出, 小学常识教师认为他们在「自然世界」或「科学与科技」等课题的教学能力是比较其它课题为低 (So, Cheung, Leung 和 Wong, 1999)。

许多调查都显示教师的教学法往往都缺乏建构性 (Thomas 和 Campbell, 2002)。Shymanshy 等人 (1993) 指出, 假如教师知道学生所想, 他便能运用指导式活动挑战学生的既有观念。依此, 教师是可以针对学生错误理解的观念



设计活动与问题 (Henriques, 2002)。另外, Mohapatra (1991) 建议把自然现象教学与日常生活相结合, 以引导学生学习正确的科学概念。此外, 一个本地的调查研究显示在职教师的专业师训能帮助教师从专业、社会、个人等方面发展以致改变现况 (So 和 Cheng, 2000)。Bowker 和 Gompertz (2002) 认为学校内的教师如能一起工作, 分享意见, 分担困难, 建立信心, 教学就能发挥最大效能。Crebbin (2001) 也指出教师协作教学能助专业发展。相信, 在建基于建构教学理论能使教师深思教学活动及提问的设计, 帮助学生建构知识。另外, 在过程中又要根据教师对科学课题及建构教学的理解, 分辨出课堂教学研究是有助教师改善教学。

5. 研究计划与方法

5.1 研究对象

研究计划的目标课题是「日蚀」, 研究对象为本地一小学的六年级学生。大约一百二十名学生与四名教师参与研究。其中十六位学生接受了课前的访问。

5.2 研究设计

a. 了解学生对「日蚀」原有观念

i. 课前学生访问

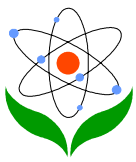
这部分从全体小六学生随机选出每班各四位学生, 共十六位学生参与访问。参考 Diakidoy & Kendeou (2001) 和 Stover & Saunders (2000) 的研究, 加上多位教师过往不同的课堂教学的经验, 经过仔细的讨论达致共识, 拟定了十三条开放性的题目作访问, 首七题是学习日蚀的先备知识, 后六题是与日蚀有直接关系的, 来了解十六位学生原有观念。

ii. 前测问卷调查

从访问十六名学生所得响应, 得知学生对每一题目普遍的认识, 及就学生的响应分类, 用作设计课前评估全体小六学生对日蚀认识的问卷。此外教师建议加进一些数据性的问题如喜爱的教学及学习方法等 (前测的问卷可参阅附录一)。前测邀请全体共一百二十名小六学生填写。

iii. 后测问卷调查

用前测同样的题目, 在课后派发给原先的一百二十名小六学生作课后学习评估的比较及分析。又就全体学生在课堂所绘画的日蚀成因图作分析以进一步了解他们对「日蚀」现象的认识 (绘图数据)。



iv. 课后学生访问

最后访问先前的十六名学生以深入探讨他们对概念的理解及辨清有效提高学生理解之教学策略。

b. 研究有效「日蚀」课题的教学策略

参考科学教育的期刊中与「日蚀」课题教学有关的学术文章及相关的「日蚀」资料, 教师与教师教育工作者(研究者)经过多番的讨论及分析, 厘定教学目标及重点, 然后设计问卷, 调查学生在课前对「日蚀」的理解。利用前测所得数据, 修订较早前厘定的教学目标及重点, 共同计划课堂教学。运用「计划—教学—评估」模式, 四名教师互相观摩及改善教学。四个教节均有进行课堂观察及录像供分析用, 数据分析包括教学实况及教师与学生间的互动情况, 以检视教学效能, 及确认学生之学习效能。

- 三名教师观察首名教师的课堂;
- 首课后进行课后会议作检讨;
- 就教师们的意见作第二课堂教学的修正;
- 重复同一循环。

c. 探讨教师的专业发展

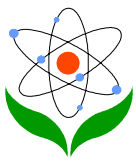
教师在教学前描述他们对「日蚀」课题的理解及常用的教学方法。然后参考科学教育的期刊中与「日蚀」课题教学有关的学术和教育的文章, 选取能帮助学生建立科学概念的建构性理论框架来支持教学设计。课后教师们就教学策略及学生学习情况作反思及检讨。最后分析教师的反思来总结课堂教学研究对教师专业发展的帮助。

5.3 建立科学概念的建构性理论框架

在这个「日蚀」课题的教学设计中, 除根据前测所了解到的学生原有观念, 亦参考了多份科学教育的期刊中的文章及与「日蚀」现象相关的资料, 来厘定教学活动。包括有:

a. Keogh 与 Naylor (2002) 认为学生的原有观念, 对计划教学非常重要, 更显示教学研究在小学科学教育的影响。教师们通常会采用以下步骤的教学策略: 首先找出学生原有观念, 然后计划适当教学活动, 继而透过活动发展学生对概念的理解。

b. Mohapatra(1991) 在讨论社会文化与科学概念的关系时指出, 在课堂的教与



学过程中, 课本及教师没有讨论自然现象的普遍错误社会文化观。如在教学过程并无讨论及强调日蚀现象与魔鬼势力及不祥预兆毫不相干。他建议教师应本着把科学连系到社会的原则协助学生学习自然现象, 并引导学生接受科学家的意见。透过这种方法, 学生才能在脑中把专门知识及从日常生活建立出来的一般常识互相联系起来。

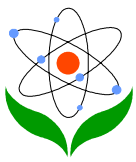
c. Davis(2002) 揭示部分与地球和太空有关的混淆概念, 并列活动及资源以助建立概念。他建议了多个有助概念建立的活动: 包括角色扮演及模拟、太空观察、绘画、利用模型、小组讨论、参考别人的意见。

d. Kibble(2002) 介绍了地球与太空的概念卡通: 能显示对季节、月相(月亮盈亏)、日与夜的理解及误解。他建议邀请学生一同讨论另类解释, 协助他们对自己的意念有所认知, 并认识别人的意念, 从而利用证据及辩论的方法澄清这些意念。

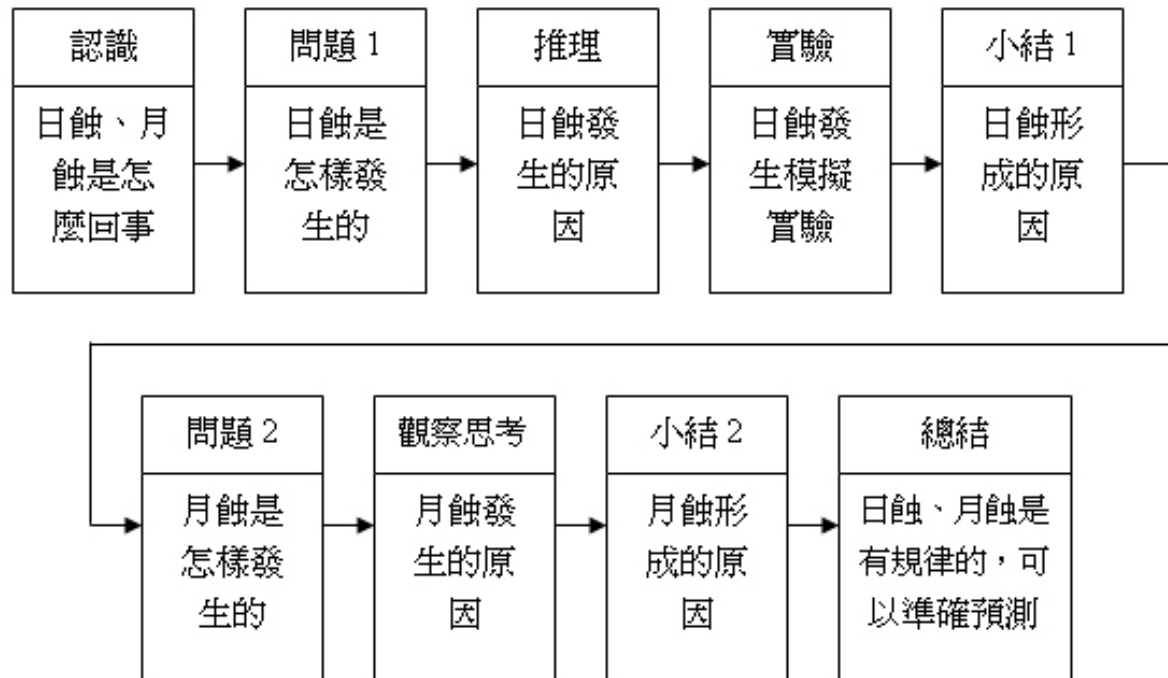
e. Wilson(2002) 提出在课堂应设置「齐来动脑筋」时段, 不要求学生实时响应, 反让学生有足够时间思考及讨论。此外, 他认为在作深入的思考及讨论时, 儿童可能会提出一些特别的见解。他还认为高阶思维的产生是当我们记下新信息, 找出信息之间的关系, 将之重组或加以发展, 达致特定目的或找出可行答案。

f. 小学天文教材套中有关日蚀的参考资料(香港太空馆及教育署课程发展处, 1999): 到底是「食」还是「蚀」? 甚么是日蚀? 日蚀分多少种? 日蚀出现的次数? 日蚀是否必定在农历初一出现? 日全蚀持续时间最长是多少? 为甚么很多人认为日全食是最震撼、美妙的天象? 有哪些方法可安全地观察太阳及日蚀? 为甚么很多传统方法不适宜用来观看日蚀?

g. 石萍之(2001) 小学自然教学设计及案例解释有关日蚀的教学流程(图一)。



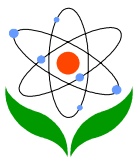
教學流程



图一：日蚀的教学流程（石萍之，2001，页146）

h. 网页资源：有助建立概念的各种实证及学习材料

- http://www.brainpop.com/science/space/eclipse/index.weml?&tried_cookie=true 有趣的日蚀卡通短片，之后有小测；
- <http://www.kidseclipse.com/pages/a1b3c1d0.htm> 有动画模拟日蚀成因，及介绍用提子、橙、牙齿等自制日蚀的效果；
- <http://www.exploratorium.edu/eclipse/how.html> 怎样观看日蚀及怎做针孔相机；
- <http://www.dxes.tcc.edu.tw/namaster/nawtchan/na51.htm> 台湾小学生建议观看日蚀的不同方法；
- <http://www.lcsd.gov.hk/CE/Museum/Space/index.htm> 按「星星问」再按「问日食与月食」；
- <http://www.ied.edu.hk/invent/invention/invention.html> 按「哥白尼」，到「第二页」按「图解」观看日蚀形成的动画或太阳中心说；



- <http://www.bbc.co.uk/science/space/myspace/yourgallery/solareclipses.shtml> 观看世界各地拍摄到的日蚀照片。

5.4 日蚀课题的基本概念

是次教学设计中, 就「日蚀」中三个重要项目, 以一小时的教节作安排:

- a. 日蚀成因的两大关键要素—「太阳、月球及地球三者成一直线」和「月球在太阳和地球中间」;
- b. 日蚀的种类—日全蚀、日偏蚀及日环蚀;
- c. 安全地观看日蚀—不要用肉眼直接观看。

5.5 教学设计

除参考多份讨论天文现象教学的科学教育文章外, 学生在前测的响应也是教师们设计教学时关注及作考虑的因素 ([附录二](#))。

a. 引发学生联系与日蚀相关的原有认识

在前测中不是所有学生都知道「日蚀」的中国神话, 且参考了 Mohapatra (1991) 的意见, 在引起学习动机这部分中, 先展示一些日蚀的网上照片, 然后与学生讨论「日蚀」的中国神话。

b. 模拟与日蚀有关的星体运动

在前测中只有六成多的学生能够说出太阳、地球与月球三者之间的运动, 参考 Davis (2002) 的提议, 设计活动让学生模拟与日蚀有关的星体运动。此外, 亦参考 Kangassalo (1994) 对运用计算机仿真的研究及多个网页的动画, 设计及播放计算机仿真宇宙俯瞰动画, 让学生看到太阳、地球和月球在宇宙间运行的情形。

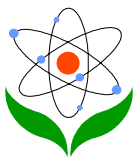
c. 用多种方法让学生体验日蚀的成因:

在前测中只有六成多学生能够指出日蚀的成因, 就 ASE and PPARC (1999) 所建议, 设计活动让学生个别模拟体验日蚀的成因。然后利用计算机仿真日全蚀及日偏蚀的形成。此外, 学生运用「自制日蚀箱」模拟日环蚀的成因。

d. 找出发生日蚀的时间:

在前测中, 有七成的学生选择一年内地球上会出现一至三次的日蚀。活动设计是引导学生到香港太空馆网站找出 2001 年至 2003 年的日蚀时间。

e. 辨别观察日蚀的正确方法:



前测中只有六成多的学生能够选择正确观看日蚀的方法。活动的设计是由学生在播放的电视新闻片段中找出人们观察日蚀的方法, 就他们对观察太阳的已有观念讨论正确的观看日蚀方法, 继而播放短片巩固学生的理解。

f. 巩固概念学习及延展活动:

活动让学生扮演天文小记者访问其它同学在本堂所学习到的问题。学生分组讨论及找出在本课还是不明白的地方和想知道多些的地方。此外, 学生要在课后绘画卡通描绘日蚀的成因及过程。

5.6 研究问题

- a. 建构性理论如何加强教与学的效能?
- b. 教学研究如何提升教师专业发展?

6. 结果

6.1 学生对日蚀理解的变化

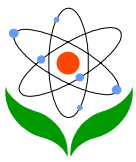
在前测及后测的十三题内容问题中, 首七条题目是学习天文现象相关的先备知识, 而后六条题目与「日蚀」内容相关。经过分析, 发现在与「日蚀」没有直接关连的首七条先备题目中, 学生的响应没有明显改变。反之, 在课堂有学习到与日蚀相关的七条题目全部都有明显的改变(表一)。

表一: 与日蚀相关的问题在前测及后测的改变

问题	前测	后测	差别
1. 为什么地球会出现日蚀的现象?	66.4%	91.5%	+25.1%***
2. 日蚀的出现是下列那项各星体在不同位置上所形成的?	69.3%	90.8%	+21.5%***
3. 你估计地球上一年内平均出现日蚀多少次?	71.4%	88%	+16.6%***
4. 在地球上出现日蚀现象, 在香港是否一定会看得见?	78.6%	90.8%	+12.2%***
5. 下列哪个中国神话与日蚀现象有关?	85.7%	98.6%	+12.9%***
6. 我们应该怎样安全地观察日蚀?	69.3%	96.5%	+27.2%***

***<0.005

a. 出现日蚀的成因



在有关日蚀的题目中, 改变得较明显的是「为什么地球会出现日蚀的现象?」(表二)这是前测时答对率最低的一条; 只有 66.4%学生选出正确答案「太阳光被月球遮着」, 其余是「地球、月球和太阳三者转动的速度不同」(16.4%)、「太阳光被地球遮着」(14.3%)和「太阳突然不发光」(1.4%)。后测的答对率骤升至超过九成(91.5%), 甚至再没有学生回答「太阳突然不发光」, 答其余两个不正确答案的总百分比亦下降到 7%。

表二: 「为什么地球会出现日蚀的现象?」在前测及后测的改变

为什么地球会出现日蚀的现象?	前测	后测
A. 太阳光被地球遮着。	4.9%	4.9%
B. 太阳突然不发光。	1.4%	0.0%
C. 太阳光被月球遮着。	66.4%	91.5%
D. 地球、月球和太阳三者转动速度不同。	16.4%	2.1%
E. (无作答)	1.4%	1.4%

b. 日蚀是星体在哪个位置形成的

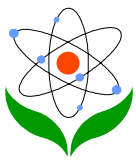
有接近七成的学生选对了「月球在地球和太阳之间」(表三), 分别有近两成及一成学生选错了「地球在月球和太阳之间」及「太阳在月球和地球之间」为答案。答对率由前测的 69.3%升至后测的九成(90.8%)。

表三: 「日蚀的出现是下列那项各星体在不同位置上所形成的?」在测前及后测的改变

日蚀的出现是下列那项各星体在不同位置上所形成的?	前测	后测
A. 月球在地球和太阳之间	69.3%	90.8%
B. 太阳在月球和地球之间	10.7%	3.5%
C. 地球在月球和太阳之间	17.9%	4.2%
D. (无作答)	2.1%	1.4%

c. 与日蚀现象有关的中国神话

问卷中三个选择都是与太阳有关的中国传统神话。有八成多的学生选「天狗食日」为与日蚀现象有关的中国神话。也有小部分选「后羿射日」和「夸父追日」。这一题目的答对率由前测的 85.7%升至后测的 98.6%(表四)。



表四:「下列哪个中国神话与日蚀现象有关?」在测前及后测的改变

下列哪个中国神话与日蚀现象有关?	前测	后测
A. 后羿射日	10.7%	0%
B. 天狗食日	85.7%	98.6%
C. 夸父追日	2.9%	0%
D. (无作答)	0.7%	1.4%

d.地球上一年内平均出现日蚀的次数

有七成多学生认为「地球上一年内平均出现日蚀 1 至 3 次」, 约两成估计有「4 至 6 次」, 其它学生估计有「7-10 次」, 甚至是「10 次以上」(表五)。正确答案的「1 至 3 次」在前测的 71.4%升至后测的接近九成(88%)。

表五:「你估计地球上一年内平均出现日蚀多少次?」在测前及后测的改变

你估计地球上一年内平均出现日蚀多少次?	前测	后测
A. 约 1-3 次	71.4%	88%
B. 约 4-6 次	18.6%	4.9%
C. 约 7-10 次	5%	1.4%
D. 10 次以上	3.6%	2.8%
E. (无作答)	1.4%	2.8%

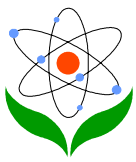
有九成的学生认为在香港不一定看到日蚀的(表六)。大部份学生有作解释。当

中有 5%学生认为因为有云层遮盖着, 所以在香港看不见日蚀, 这个人数改变不大。至于另外 5%的学生认为「不同地方有不同角度, 要到某地方才看到日蚀」到后测时增加到 24%。在后测才出现的响应「香港不在半影/本影区」是 22%及「成一直线的地方不在香港」是 4%。资料显示只有部份学生在课后能就「在地球上出现日蚀现象, 在香港是否一定会看得见?」这个问题作较合理的解释, 还有不少的学生虽能选择正确的响应, 但就不能解释他们的选择。

表六:「在香港未必一定看得见地球上出现的日蚀现象」在测前及后测的改变

在地球上出现日蚀现象, 在香港是否一定会看得见?	前测	后测
A. 看到	7.7%	2.8%
B. 看不到	90.8%	97.8%

学生对「在地球上出现日蚀现象, 在香港是否一定会看得见?」的解释在前测及后测差别颇大(表七)。在前测时, 有 32%的同学只能说出日蚀现象而未有作



出解释。这比率在后测已减少到 5%。另外, 在前测有 23% 学生说是与香港是黑夜/白天有关, 作这个解释的同学在后测已减少到 8%。19% 的同学认为这现象是与地球自转有关, 到后测时已减至 7%。

表七:「在香港未必一定看得见地球上出现的日蚀现象」的解释在前测及后测的改变

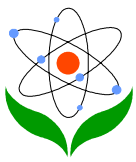
学生响应「在地球上出现日蚀现象, 在香港是否一定会看得见?」的解释	百分比	
	前测	后测
只说出日蚀现象, 未有作出解释	32%	5%
香港是黑夜 \ 白天	23%	8%
地球自转	19%	7%
云层遮盖着	5%	6%
不同地方有不同角度, 要到某地方才看到	5%	24%
香港不在半影 \ 本影区	/	22%
成一直线的地方不在香港	/	4%

e. 我们应该怎样安全地观察日蚀?

在七条与日蚀有直接关系的题目中, 学生在前测及后测改变最大的是「我们应怎样安全观察日蚀?」(表八)。上课前有超过三成学生未能提供正确答案, 即有不足七成学生能选出「利用天文望远镜把太阳投影在纸上观看」为答案。另外更有 2.9% 学生选了有损健康的「用肉眼直接观看」为答案, 显示学生对课后的内容理解不足。在课后, 却有九成半(96.5%) 学生答对, 增幅约达 25%, 也再没有学生回答「用肉眼直接观看」。

表八:「我们应怎样安全地观察日蚀?」在前测及后测的改变

我们应怎样安全地观察日蚀?	前测	后测
A. 用肉眼直接观看。	2.9%	0%
B. 用望远镜观看。	2.9%	0.7%
C. 利用天文望远镜把太阳投咋影在纸上观看。	69.3%	96.5%
D. 带太阳眼镜观看。	15.7%	1.4%



6.2 学生最深刻印象的学习内容

除透过全体学生的前测及后测了解学生对日蚀的理解外, 在课后访问十六名学生问及他们最深印象的课堂学习内容。其中十二名学生对「日全蚀及日偏食的形成及过程」最深印象, 有两名学生对「日蚀出现的次数」最深印象, 另两名学生对「观看日蚀的方法及注意事项」最深印象, 此外, 有两名学生对「月球及太阳的远近及位置令地球上的人看到不同的日蚀」印象最深刻, 另有两名学生对「地球、月球和太阳间的运动」印象最深刻。总括来说, 似乎多些学生对日蚀的形成及过程的印象最深刻, 但并不表示他们在其它方面没有所得, 因为学生响应其它访问问题时, 亦有提到在课堂中学习到其它日蚀的关键概念。

在访问时, 学生被要求把地球、月球及太阳放在适当的位置, 展示日蚀的发生。当中有七名学生适当地把月球放在地球及太阳中间三者成一直线。四名学生只把月球在地球及太阳中间并没有说出三者成一直线, 而有两名学生只把地球、月球及太阳三者成一直线并没有说出三者的位置, 有两名学生只说出月球遮着太阳的光并没有说出位置及成一直线。虽然学生未能完整正确地说出日蚀发生时的位置, 他们均能说出属于基本概念的「成一直线」及「月球在地球及太阳中间」。只有一名学生说出「近太阳看到日全蚀, 近地球就会有日偏食」, 显示学生对日蚀发生的位置有适当的了解。

在访问中, 学生重新观看在课堂内所用过的计算机动画, 且被要求指出在动画中三个不同位置(本影区—深色地区、半影区—灰色地区、及其它地区)的人会见到什么现象, 并作解释。学生在观看动画后有不同的响应:

有三名学生能讲出三个地方的人见到的日蚀情况, 如: 在本影区的人会见到日全蚀, 在灰色区域的, 只看到日偏食, 不在区内的会见不到日蚀。

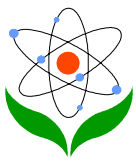
有五名学生只能说出本影区及半影区的情况, 如: 较深色地区会见得日全蚀, 灰色地区的人会见到日偏食。

有两名学生能讲出三个地方的人见到日蚀的情形, 但不能说出正确名称, 如: 较深色地区会见到整个日蚀, 至于灰色地区的人就看到一半, 其它地区的人看不到日蚀。

有四名学生只能说出本影区及半影区的情况, 但不能说出两者的正确名称, 如: 深色地区的人会见到日全蚀, 浅色地区会见到整个月亮或看到一半。

有两名学生只能说出深色地区的日蚀情况, 如: 较深色地区的人会见到日全蚀, 浅色地区的就不知道。

资料显示学生基本上明了本影区及半影区是看见不同的日蚀情况, 只是学生的



科学词汇贫乏, 只用深色地区, 浅色地区或灰色地区, 不能完整地表达其理解。

6.3 学生在课后延展活动的表现

课堂过后, 全体共一百二十名学生用卡通绘图表达所学到的概念知识。结果显示, 近八成学生获得了不同程度上有关日蚀的正确理解(表九)。

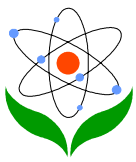
有 17 名学生(约总人数 13.5%)能绘出月球围着地球公转到某一位置产生日蚀。有 39 名学生(30.9%)能绘出在日蚀发生时月球在太阳和地球中间, 当中更有 9 人(7.1%) 绘出了正确光线图。另外, 有 14 学生(11.1%)绘出在日蚀发生时月球在太阳和地球中间, 并尝试绘出日蚀情况。由此可见, 在课堂后, 有超过半数(55.5%), 70 名学生能掌握(了解并用绘图表达)正确日蚀概念。

此外, 有 30 名学生(约总人数 23.8%)绘出了日蚀的情况, 但未有表达出日蚀的成因。他们虽未被计算在「懂得正确日蚀知识」的一群内, 但他们对日蚀发生的情形亦有一定程度的了解。假如把研究中「概念知识」的定义放宽, 则初步知道日蚀现象的这 30 名学生连同以上 70 人可把学懂了正确日蚀概念的总人数增至 100, 即约总人数的八成(79.4%)。

课堂后未能用绘画方式介绍所理解的概念或对日蚀仍有错误理解的学生有 26 名。他们当中有 7 名不能辨别 / 没有绘出日蚀情况, 有 8 名只绘出月球及太阳, 有 7 名绘出错误的日蚀过程。另外有 3 人把地球画在太阳和月球中间, 有一人只绘出观看日蚀的过程。

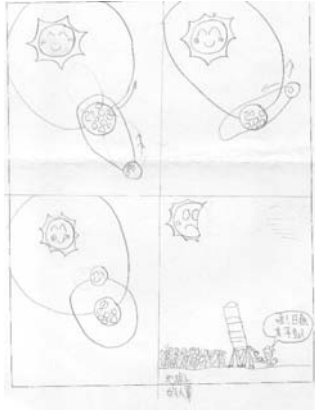
表九: 学生用图画表达所学到的概念知识

绘图	人数	
1. 绘出月球围着地球公转到某一位置产生日蚀(图二)	17	
2. 绘出在日蚀发生时月球在太阳和地球中间(图三)	正确光线图	9
	不正确光线图	8
	没有光线图	22
3. 绘出在日蚀发生时月球在太阳和地球中间, 并有绘出日蚀情况(图四)	日蚀情况正确	4
	日蚀情况不正确	10
4. 只绘出日蚀的情况(图五)	日全蚀过程	16
	个别日蚀的现象	14
	错误的日蚀过程	7
5. 地球在中间	3	
6. 不能辨别 / 没有绘出观看日蚀的过程	1	
7. 有绘出日蚀情况	7	



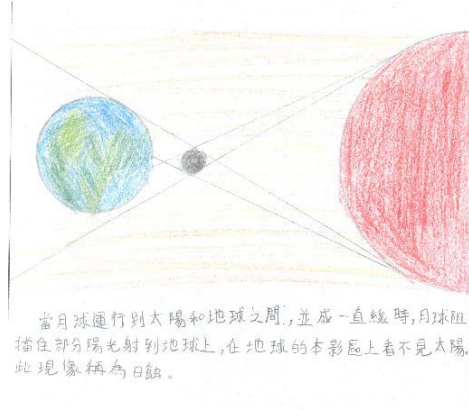
8. 只绘出月球及太阳

8



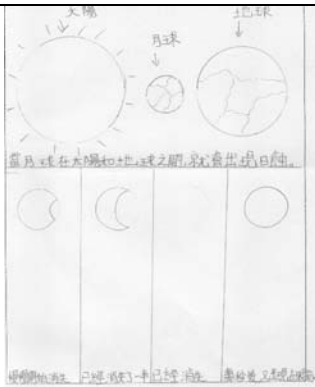
图二

绘出月球围着地球公转到某一位置产生日蚀



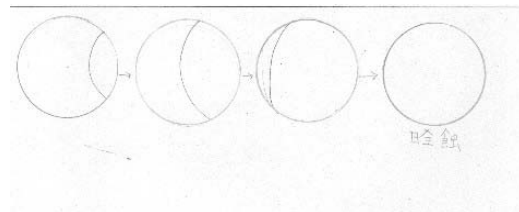
图三

绘出在日蚀发生时月球在太阳和地球中间, 且正确光线图



图四

绘出在日蚀发生时月球在太阳和地球中间, 并有绘出日蚀情况

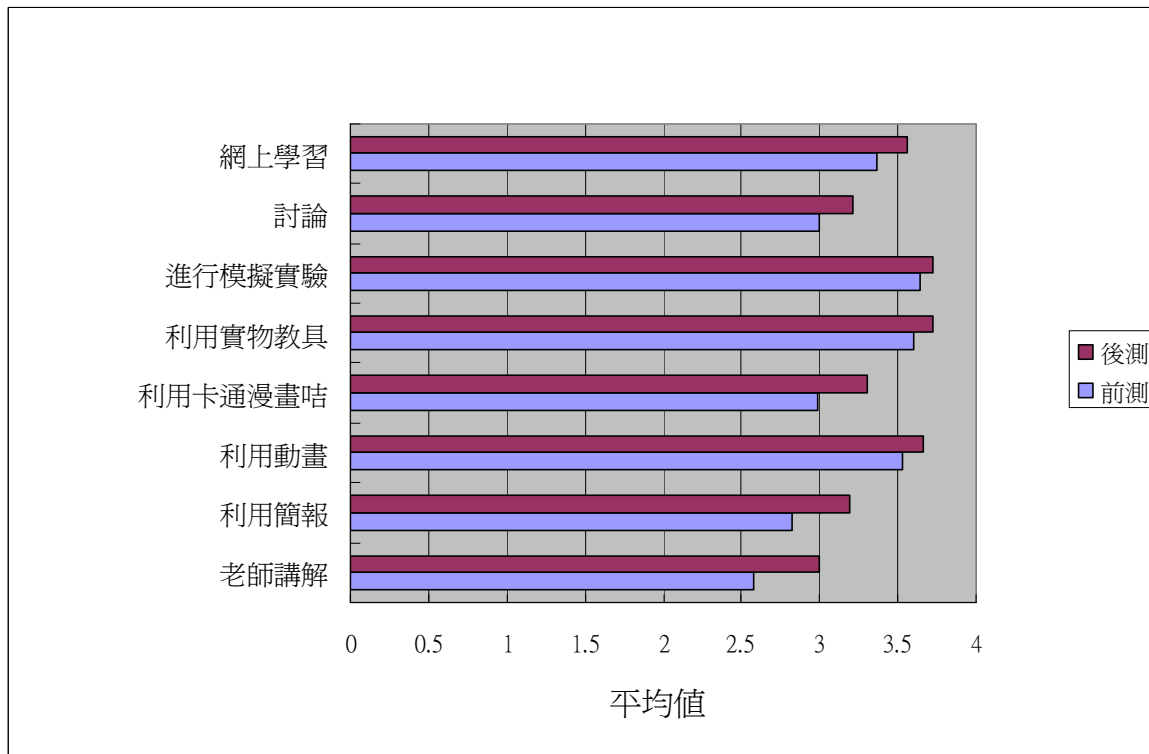
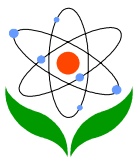


图五

只绘出日蚀的情况

6.4 学生认为令学习更有效的课堂学习活动

在前测及后测时, 学生被问及什么方法会使到他们学习得更好。随喜爱性排列, 首选最喜爱, 余此类推, 以下是平均得分(表十)(最高分是 4 分):

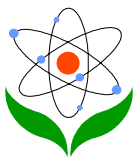


表十：学生喜欢的教学方法

无论前测及后测的结果，学生最喜欢的三个方法依次是「进行模拟实验」、「利用实物教具」及「计算机动画」。这三个方法都有共同之处，就是学生能模拟亲眼目睹日蚀情况，使他们从活动中经验掌握日蚀现象的知识。

此外，「简报」及「网上学习」这两种利用信息科技的学习，在前测及后测的结果上，有着明显的差别，表示学生经过这两类方法学习后，对它们产生改观，认为既能加强知识外，也提高学习兴趣。网页及简报充分利用不同的感观方法，如：声音、图片，给学生带来多种的感官刺激，既激发他们的学习动机外，也让他们主动地建构该课题的知识。其它的教学方法，普遍来说，后测分数都较前测为高，显示教师悉心的教学设计令学生更加喜欢不同的教学方法。

在十六名学生的访问中，学生选出三个令学习更有效的课堂学习活动。十六名学生中有十名选取「日蚀盒的不同轨迹模拟日环食」为三大最有效的学习活动，七名学生选取「用高映机及小球模拟日蚀的产生过程」，另外亦有六名学生选取「同学模拟地球、月球、太阳的运动」，此外，分别有五名学生选取「计算机动画仿真地球、月球、太阳的运动」、「计算机动画仿真本影及半影和日蚀的产生」及「网上搜寻日蚀的日期」，似乎学生对「从电视新闻报导中找出不合适的观看日蚀方法」和「短片介绍观看日蚀的方法」不太感兴趣(表十一)，显示学生较喜爱亲身参与的活动。



表十一：十六名被访问的学生认为令学习更有效的课堂学习活动

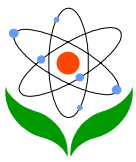
学习活动	人数		
	第一选择	第二选择	第三选择
a. 三名同学模拟地球、月球、太阳的运动	5	0	1
b. 计算机动画仿真地球、月球、太阳的运动	1	1	3
c. 计算机动画仿真本影及半影和日蚀的产生	2	1	2
d. 用高映机及小球模拟日蚀的产生过程	2	4	1
e. 日蚀盒的不同轨迹模拟日环食	3	5	2
f. 网上搜寻日蚀的日期	1	2	2
g. 从电视新闻报导中找出不合适的观看日蚀方法	1	2	0
h. 短片介绍观看日蚀的方法	1	0	1

6.5 「计划 - 教学 - 评估」模式的改善教学

四名教师考虑在前测所得到的数据作共同计划教学设计, 且采用「计划-教学-评估」模式互相支持教学。即是三名教师一同观看首名教师的课堂教学, 课后作回馈及检讨, 然后修定及计划第二名教师的教学, 如此类推。(表十二)至(表十四)是每一课后四名教师共同检讨后所拟定改善建议及实际情况分析, 反映到「计划-教学-评估」模式能促进改善实际教学。

表十二：在第一课后检讨拟定改善建议在第二课的实际教学情况分析

在第一课后检讨拟定改善建议	在第二课的实际教学情况
1. 移走投影机, 让学生有更多空间进行模拟活动;	- 学生活动空间增加, 活动较自如。
2. 让学生讲出日蚀传说;	- 提高学生学习兴趣。
3. 逐张展示网上图片;	- 让学生细心观看图片, 效果良好, 学生投入学习。
4. 网上搜寻活动 - 由于时间有限, 预先进入网页;	- 省却了输入网址的时间, 提高了教学效率。
5. 课后延续课业 - 着学生绘出成因及过程。	- 还未有清楚指示, 到底是要绘出成因还是过程、还是要在同一张纸画下两者。



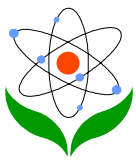
表十三：在第二课后检讨拟定改善建议及在第三课的实际教学情况分析

在第二课后检讨拟定改善建议	在第三课的实际教学情况
1. 更多讨论来引起学生学习兴趣;	- 仍需提供更多时间让学生多讨论。
2. 删去搜寻日蚀的种类 (网上活动工作纸的目的是让学生搜寻日蚀出现的时间)。	- 让学生更集中注意力搜寻一个重点。
3. 计算机仿真的“地球”及”月球”要加大, 令所有同学都看到模拟现象;	- 加大了“地球”及”月球”的影像, 学生看得更清楚。
4. 把第一个计算机仿真移前到同学仿真天体的运动来巩固学生的想法;	- 效果理想, 计算机仿真能帮助学生把先前的模拟形象化。
5. 用一个大型的发泡胶球解说日环食的过程;	- 比纯粹讲述好, 学生似更了解。
6. 对学生的响应提出更多具挑战性的问题, 并使用实在的例子;	- 教师不断发问并挑战学生的答案。学生有更多思考机会。
7. 加强学生间的交流学习;	- 仍需加强学生的讨论。
8. 让全组一起完成网上搜寻的工作纸, 更具效率;	- 学生投入感加强, 且提高了效率。
9. 预备间尺用以显示地球、月球及太阳在同一直线的位置。	- 学生看得更清楚。教导学生以工具作科学探索。

表十四：在第三课后检讨拟定改善建议及在第四课的实际教学情况分析

在第三课后检讨拟定改善建议	在第四课的实际教学情况
1. 更多学生的参与;	√ 有更多学生的参与。
2. 利用发泡胶球及投影机, 学生展示及绘画各种日蚀的过程;	√ 效果理想, 增加了学习趣味。
3. 利用近日关于日蚀的新闻及学生原有的知识来开始课堂教学;	√ 效果理想, 联系起日常生活与课堂知识。
4. 学生小组讨论来测试月球在不同位置(接近或远离地球)所产生的不同日蚀现象;	√ 学生讨论气氛良好。
5. 总结时, 学生讨论个人的理解及想知多些问题。	√ 时间仓卒, 学生未及表达自己意见。

在第四堂教学后的检讨, 众教师都认为还要在以下各方面作改善: 如果教学时间容许的话, 应尽量减少教师主导的教学时间, 多些学生小组的交流和讨论, 及由学生共同探讨活动的步骤和原因, 再向全班作汇报。



6.6 教师在概念理解及教学方法的改变

参与研究的教师在教学准备前分别写下他们对「日蚀」的个人理解及常用的教学方法。教师选择日蚀作研究的原因是：自己对此课题认识不足 (2 名教师)；教这课题时感到忧虑及欠信心 (3 名教师)；及根据过往经验，学生较难掌握此课题 (2 名教师)。

教师在课前对科学概念的理解主要有两方面：

a. 日蚀的发生是与地球、月球与太阳相关的

- * 自然现象 (3 名教师)
- * 日蚀与地球、月球、太阳的运动有关 (2 名教师)
- * 月球将光线遮挡，有黑影 (1 名教师)
- * 太阳、地球、月球三者成一直线，月球在中间，由于月球为不透明体，将太阳的光线反射出去，地球上的人便不能看见太阳 (1 名教师)

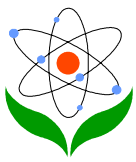
b. 日蚀有不同的种类：

- * 月球与地球间的距离不同，而出现日环蚀或日全蚀 (2 名教师)
- * 月球运转至地球与太阳间，视线与光线的遮挡产生日全蚀或日偏蚀 (2 名教师)
- * 日蚀有不同的种类 (1 名教师)

教师在课前建议采用的教学方法包括：着学生在报纸及互联网收集资料 (3 名教师) 及作分享 (1 名教师)；模拟实验—于黑板上绘画太阳，用人手持一元硬币为月球，以自己为地球望着黑板上的太阳，了解各种日蚀现象，另提示手持硬币近和远产生的变化 (3 名教师)；运用「三球仪」了解地球、月球、太阳运转原理 (2 名教师)；教育电视辅助 (2 名教师)；观看图片 (1 名教师)；出版社教学光盘 (1 名教师)；教师讲课 (1 名教师)；及工作纸 (2 名教师)。

经过建构性理论框架支持下共同设计教学后，教师的体会有：教师教得有信心及愉快 (2 名教师)；学习成效比往前提高了 (2 名教师)；学生学习时更有兴趣 (2 名教师)；促进教师间的交流及合作，改善教学方法 (3 名教师)；课前准备及设计的重要性 (1 名教师)。

在了解教师对课题的理解时，四名教师都不约而同觉得对「日蚀」这课题有更深入的了解及对以下有所改变：加深对日蚀的成因及种类的理解 (4 名教



师) ; 清楚在观察中可能会有混乱的地方 (1 名教师) ; 及增加施教的信心 (1 名教师) 。

教师们认为有改变的原因是教学设计内容不再由一个人决定, 改以集体协作及集思广益, 大家不断修正教案; 此外, 在讨论准备教学过程中得到有经验的教师教育工作者的提点和指教; 再者, 教师彼此间会进行观课, 可从互相检讨和改善教学中互相支持。

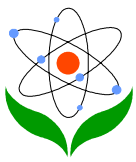
在探讨教师对教学策略的认同时, 四名教师都认为在学生的学习成效上的表现比以前的好, 例如: 学生会更专注上课, 并且踊跃参与。而下课后, 当被提问有关「日蚀」的问题时, 学生都能用正确地响应, 可见学生从活动中学习得益很多。在分辨各个不同的教学策略的成效时, 教师的排序是如下: 三名教师一致认为最好的是「让学生模拟太阳、地球、月球的运动」, 第二是「用发泡胶球模拟日蚀」, 第三则是「日蚀模拟箱」, 最后是「动画」。

就会否采用类同的教学策略在其它课题上时, 四名教师都表示会。两名表示在教其它天文现象时会采用, 有一名教师打算用类似方法来教「月蚀」, 因为她发现这能激发学生的学习兴趣。然而, 另一名教师提出除教学策略外, 「教师的教学风格」及「学生的独特性」对学习效果也会有影响的。

在学生选择学习策略的选取方面, 有一名教师说最重要是从活动中学习, 第二是学生主动提出问题, 最后是给学生反思。亦有教师说出让学生分组讨论问题的时间及空间也不容忽视。四名教师都觉得自己已在课堂研究时做到强调要学生多主动参与学习如由学生自己去模拟, 总结时也能让学生设计题目及空间思考及有使用分组活动。唯课堂时间所限, 让学生未有更多时间作更全面和深入探究, 以及学生参与设计活动较少。教师都确定将来会多让学生主动参与学习 (学生分组讨论或设计探究), 原因是对学生的益处会更大及增强学生的学习动机。

整体来说, 教师觉得在是项研究中对教师的专业发展有帮助:

- * 教师之间的合作性加强, 因为整个计划不再是个人策划, 而需要教师们一起商议教学方法, 从中, 彼此间多了沟通及联系, 让教师感受到支持的教学气氛, 而这更成为一份推进力, 更用心及落力去进行教学;
- * 学生从活动中学习比教师直接讲解学得更多, 且印象加深了, 所以他们日后会在课堂中多安排学生为中心的活动, 既可帮助学生主动学习外, 也增强学习动机;
- * 教师对课题本科知识有显著的增加。



除以上意见, 教师们还有其它意见。他们认为虽然在是项研究计划中有不错的成效, 教师们觉得在事前要准备很多工作, 例如: 找数据、设计教具, 每课后要开会检讨等, 因此所需的时间是很多的, 对于工作量已多的教师来说, 若每一课都要这样做的话, 会加重教学工作, 甚至会吃不消, 所以拟定课题时, 必须选择较困难的内容作研究, 才较有意义。另一方面, 教师们建议既花了那么多心血及时间, 应向教育界发报研究成果互相分享, 让其它教师作参考之余, 也可一起给建议如何做得更好。

7. 结论

7.1 建构理论加强教与学的效能

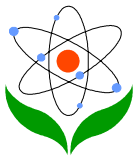
应用建构理论, 在课前引发学生原有观念, 有助教师设计教学及为学生作好学习准备。为发展有效教学, Keogh 和 Naylor (2002) 在与教师合作的研究中探讨过「引发学生原有观念的研究」能否让教师有效率地及有意义地使用。他们发现要实践建构理念教学研究以发展有效教学需要比现时有更多的空间。本研究的香港小学教师虽然已体会到研究带来的丰硕成果。

Keogh 和 Naylor(2002) 建议要对引起学生原有观念的目的持更概括的理解, 而非单单着眼于设计活动来应对学生不同的见解。 Ollerenshaw 和 Ritchie(1997) 支持引发学生观念的宝贵过程, 因为这有助学生知道自己的意念及其它人的不同意见。这亦有助学生多参与策划进一步的学习 (Harlen, 2001)。引发学生原有观念有不同技巧。在是次研究中用到“是 / 非”题、排序、分辨归类、概念卡通等策略引发学生对日蚀的理解。除此以外, Keogh 和 Naylor(2002) 有更多建议例如: 概念图, 思考性实验、“预测—观察—解释”模式等都是些策略, 不单可引发学生观念, 也同时帮助学生建立自己的意见。

然而, 鉴于像 Diakidoy 和 Kendeou's (2002) 的研究的有利结果, 发掘学生既有观念对教与学都有很大的正面作用: 当中教师设计教学时以学生原有观念为辅助, 又把焦点集中在解释, 以加强科学概念的可信性。在是次研究中的前测 / 后测结果提供了证据, 以证明依据学生原有观念的研究对教学设计是相当有利的影响。

7.2 教学研究提升专业发展

本研究运用教学研究的「计划—教学—评估」模式互相支持教学。无论在课堂前或课堂中了解学生的观念都是很有用的。教师可就学生在课堂中的反应调整教学, 加以改善来切合教学目标, 让学生分享与讨论新意见。所以教师可以一

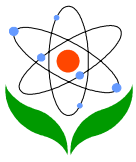


方面就学生的原有理解在课前准备教学, 又可在课中就学生的反应作适当的响应 (Keogh 和 Naylor, 2002), 这过程可扩展以切合准备将来的教学。本研究运用「计划—教学—评估」这过程去调适与改善同一课题在四班的教学, 四名任教的教师在引发学生观念后互相支持教学设计, 而每次课后会议的讨论与检讨也帮助到教师们调整及改善下一课的教学。

Keogh 和 Naylor(2002) 指出参与教学研究的教师在知道无须遵照一既定的教学程序以达到有效教学时都感到宽慰。在是次教学研究的「计划—教学—评估」的过程中, 教师们还发现不存在单一套的有效教学策略。在数据中反映出参与本研究的教师明白到「对教学的持续反省」与「不断调整教学设计建议」能改善教与学。尤其是第四名教师, 观察过前三名教师的课堂后, 她得到启发, 决定调整教学程序, 务求使教学更有效。

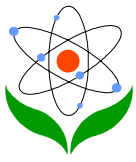
教师在本研究中的得着类同于 Crebbin(2001) 在小学科学协作教学的研究。其中有意义而实质的结果包括: 提高教学理解和信心的水平、增强同工间具科学性的讨论、清晰设立教学目标及确立教学重点、及认同协作教学为教师发展的一重要过程。

教师在是次研究中, 虽然有反映到把研究应用在实际教学的困难, 但亦了解教学研究的价值, 并提供有效教学与专业发展的例证。Keogh 和 Naylor(2002) 指出研究的目的是推动思维, 本研究提供课堂教学研究的价值, 而又不失对实际的课堂教学的关注。希望研究成果能给教师提供更多关于小学科学有效教学的意见与思考空间。



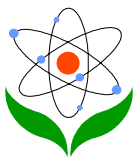
参考

- ASE/PPARC (The Association for Science Education & Particle Physics Astronomy Research Council) (1999). *Total Eclipse of the Sun: An activity for primary schools*. Herts: ASE & Swindon: PPARC.
- Bowker, R., & Gompertz, B. (2002). Science through school partnership. *Primary Science Review*, 72, 30-31.
- Cobb, P. (1990). Multiple perspectives. In L. P. Steffe & T. Wood (Eds.) *Transforming children's mathematics education: International perspectives*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Clough, E. E., & Driver, R. (1986). A Study of Consistency in the Use of Students' Conceptual Frameworks Across Different Task Contexts. *Science Education*, 70(4), 473-96.
- Crebbin, C. (2001). Partnership teaching in primary science. *Primary Science Review*, 70, 22-25.
- Davis, R. W. (2002). There's a lot to learn about the Earth and Space. *Primary Science Review*, 72, 9-12.
- Diakidoy, I. N., & Kendeou, P. (2001). Facilitating conceptual change in astronomy: a comparison of the effectiveness of two instructional approaches. *Learning and Instruction*, 11, 1-20.
- Driver, R., & Bell, B. (1986). Students thinking and the learning of science: A constructivist view. *School Science Review*, 67(6), 443-456.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). Children's ideas and the learning of science. In R. Driver, E. Guesne, & A. Tiberghien (Eds.) *Children's ideas in science*. Buckingham, UK: Open University Press.
- Education Commission (1994). *Quality in school Education: Report of the working group on educational standards: Technical Annex 4F*. Hong Kong: Education Commission.
- Fetherstonhaugh, T., & Treagust, D. F. (1992). Students' understanding of light and its properties: Teaching to engender conceptual change. *Science Education*, 76(6), 653-672.
- Finegold, M., & Pundak, D. (1991). A study of change in students' conceptual frameworks in astronomy. *Studies in Educational Evaluation*, 17, 151-166.
- Gunstone, R. F. (1991). Learners in science education. In P. Fensham (Eds.) *Development and dilemmas in science education*. New York: Falmer Press.
- Henriques, L. (2002). Children's ideas about weather: A review of the literature. *School Science and Mathematics*, 102(5), 202-215.
- Harlen, W. (2001). Taking children's ideas seriously – influences and trends. *Primary Science Review*, 67, 14-17.
- Kangassalo, M. (1994). Children's independent exploration of a natural phenomenon by using a pictorial computer-based simulation. *Journal of Computing in Childhood Education*,



5(3/4), 285-297.

- Keogh, B., & Naylor, S. (2002). Research into practice: a view from the classroom. *Primary Science Review*, 71, 19-21.
- Kibble, B. (2002). Earth and Space: Misconception about Space? It's on the cards. *Primary Science Review*, 72, 5-8.
- Mohapatra, J. K. (1991). The interaction of cultural rituals and the concepts of science in student learning: a case study on solar eclipse. *International Journal in Science Education*, 13(4), 431-437.
- Ollerenshaw, C., & Ritchie, R. (1997). *Primary science: making it work. (2nd ed.)* London: David Fulton.
- Osborne, R., & Freyberg, P. (1985). Assumptions about teaching and learning. In R. Osborne and P. Freyberg (Eds.) *Learning in science: The implications of children's science*. Auckland, New Zealand: Heinemann Publishers.
- Osborne, R., & Wittrock, M. C. (1983). Learning Science: A generative process. *Science Education*, 67, 489-508.
- Osborne, J., & Simon, S. (1996). Primary Science: past and future directions. *Studies in Science Education*, 26, 99-147.
- Piaget, J., (1970). Piaget's theory. In P. M. Musson (Eds.) *Carmichael's manual of child psychology (3rd)*. New York: John Wiley. 703-732.
- Pine, K., Messer, D., & St. John, K. (2001). Children's misconceptions in primary science: a survey of teachers' views. *Research in Science & Technological Education*, 19(1), 79-96.
- Poser, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific concept: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-277.
- Rankin, G. (1995). A challenge to the theory view of students' understanding of natural phenomena. *Science Education*, 79(6), 693-700.
- Roth, K. J. (1990). Developing meaningful conceptual understanding in science. In B. F. Joens & L. Idol (Eds.) *Dimensions of thing and cognitive instruction*. Hilldale, NJ: Erlbaum.
- Sang, D. (1999). The eclipse in the curriculum. *Physics Education*, 34(3), 126-129.
- Sherpardson, D. P., & Moje, E. B. (1994). The nature of Forth Grades' understandings of electric circuits. *Science Education*, 78(5), 489-514.
- Shymansky, J. A., Woodworth, G., Norman, O., Dunkhase, J., Matthews, C., & Liu, C. (1993). A study of changes in middle school teachers' understanding of selected ideas in science as a function of an in-service program focusing on student preconceptions. *Journal of Research in Science teaching*, 30, 737-755.
- Stepans, J. (1994). *Targeting students' science misconceptions*. Riverview, FL: idea factory, Inc.



- Stoddart, T., Connell, M., Stofflett, R., & Peck, D. (1993). Reconstructing elementary teacher candidates' understanding of mathematics and science content. *Teacher and Teacher Education*, 9(3), 229-241.
- Stover, S. & Saunders, G. (2000). Astronomical misconceptions and the effectiveness of science museums in promoting conceptual change. *Journal of Elementary Science Education*, 12(1), 41-51.
- Thomas, G. P., & Campbell, F. M. (2002). Collaborating to enhance student reasoning: Frances' account of her reflections while teaching chemical equilibrium. *International Journal in Science Education*, 24(4), 405-423.
- So, W. M. W., Cheng, M. H. M., Leung, C. N., & Wong Yu, L. W. (1999). The teaching of General Studies as an "Integrated" subject in Hong Kong primary schools. *Journal of Basic Education*, 8(2), 13-28. The Chinese University of Hong Kong.
- So, W. M. W., & Cheng, M. H. M. (2000). A study on the professional development of primary school teachers in teaching science. *Journal of Science and Mathematics Education in S.E. Asia*, 23(2), 1-18.
- So, W. M. W., Tang, K. Y., & Ng, P. H. (2000). Understanding science teaching and learning in primary classrooms. In Cheng, Y. C., Chow, K. W. & Tsui, K. T. (eds.) *School Curriculum Change and Development in Hong Kong*, 505-520.
- Vosniadou, S. (1991). Conceptual development in Astronomy. In Glynn, S. M., Yeany, R. H. & Britton, B. K. (eds.) *The Psychology of Learning Science*, 149-177.
- Wilson, H. (2002). Bright ideas time. *Primary Science Review*, 72, 13-15.
- 石萍之主编(2001)。《小学自然教案设计及案例解析》。上海：上海科学技术出版社。
- 香港太空馆及教育署课程发展处(1999)。《小学天文教材套》。香港：香港太空馆及教育署课程发展处。

网页参考

BBCi - Space - Solar Eclipse Picture Gallery.

<http://www.bbc.co.uk/science/space/myspace/yourgallery/solareclipses.shtml>

BrainPOP - Health, Science, Technology, Math, English Animation and Educational Site for Kids. http://www.brainpop.com/science/space/eclipse/index.weml?&tried_cookie=true

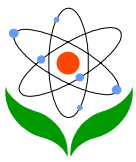
Kidseclipse total solar eclipse. <http://www.kidseclipse.com/>

Solar Eclipse How to View. <http://www.exploratorium.edu/eclipse/how.html>

观看日蚀。 <http://www.dxes.tcc.edu.tw/namaster/nawtchan/na51.htm>

香港太空馆。 <http://www.lcsd.gov.hk/CE/Museum/Space/index.htm>

科学家的发现。 <http://www.ied.edu.hk/invent/invention/invention.html>



附录一:

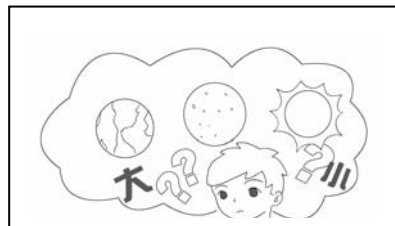
问卷

小学生对日蚀的认识

选出适当的答案, 利用英文字母填在□内。

□ 1. 地球、太阳和月球, 哪个星球体积最大? (请你由大至小的方法排列)

- A. 地球最大, 太阳次之, 月球最小
- B. 太阳最大, 地球次之, 月球最小
- C. 太阳最大, 月球次之, 地球最小

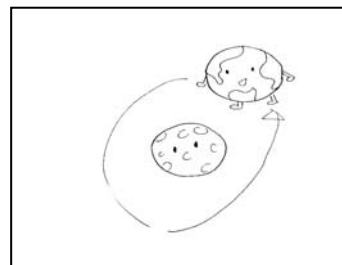
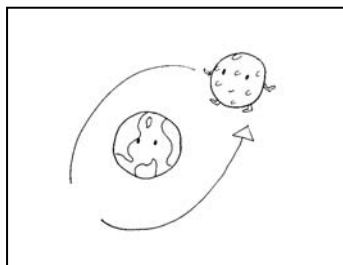


2. 下列哪些对地球、太阳与月球三者运行的描述是正确的?

(在适当的□内加✓, 不适当的□内加✕)

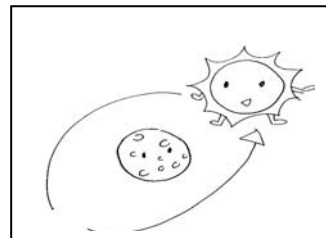
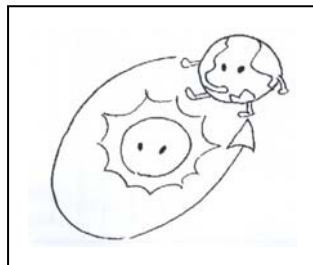
□ 月球围绕着地球运行

□ 地球围绕着月球运行

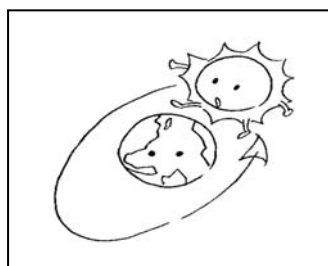


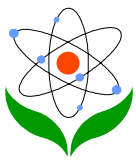
□ 地球围绕着太阳运行

□ 太阳围绕着月球运行



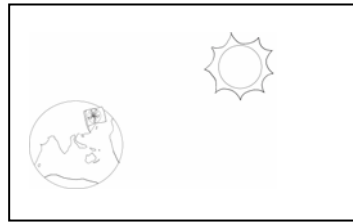
□ 太阳围绕着地球运行





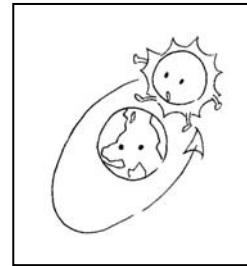
3. 在香港可看见太阳从哪方升起?

- A. 东方 B. 南方
C. 西方 D. 北方

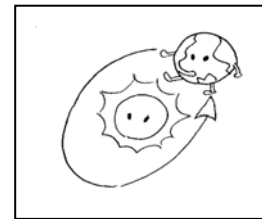


4. 为甚么每天都会有日夜循环?

- A. 由于太阳的自转形成。 B. 由于太阳围绕着地球运行。

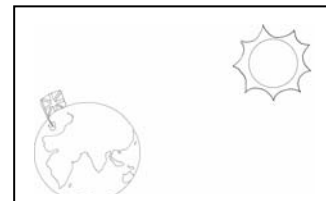


- C. 由于地球的自转形成。 D. 由于地球绕着太阳运行。




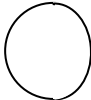

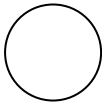


5. 你认为在西方的国家, 例如: 在英国, 太阳又从哪方升起?

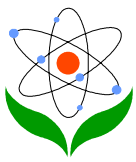
- A. 东方 B. 南方
C. 西方 D. 北方



6. 下列哪些是你见过月亮的形状?

(在适当的□内加✓, 不适当的□内加✗)

- | | | |
|---|---|---|
| A.  <input type="checkbox"/> | B.  <input type="checkbox"/> | C.  <input type="checkbox"/> |
| D.  <input type="checkbox"/> | E.  <input type="checkbox"/> | F.  <input type="checkbox"/> |



7a. 你在香港看见的月亮和在其它地方看见的月亮是否由同一个月球产生的?

A. 是

B. 否

7b. 承上题, 解释你选择上述答案的理由。



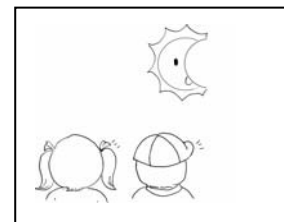
8. 你估计地球上一年内平均出现日蚀有多少次?

A. 约 1~3 次

B. 约 4~6 次

C. 约 7~10 次

D. 10 次以上



9a. 在地球上出现日蚀现象, 在香港是否一定会看得见?

A. 是

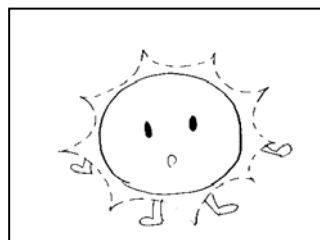
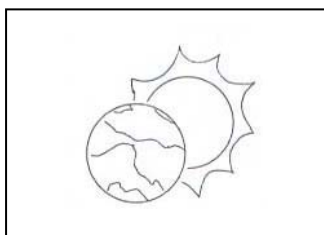
B. 否

9b. 承上题, 解释你选择上述答案的理由。

10. 为甚么地球会出现日蚀的现象?

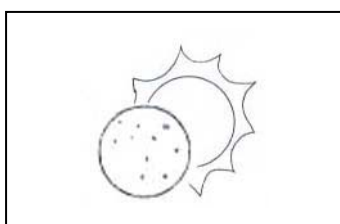
A. 太阳光被地球遮着

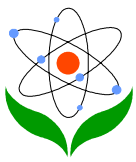
B. 太阳突然不发光



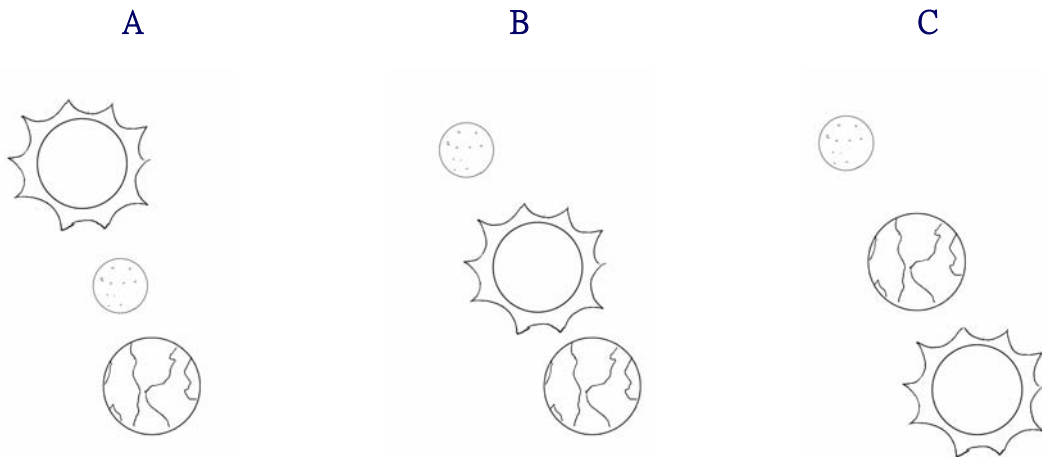
C. 太阳光被月球遮着

D. 地球、月球和太阳三者转动的速度不同





□ 11. 日蚀的出现是下列哪项各星体在不同位置上所形成的?

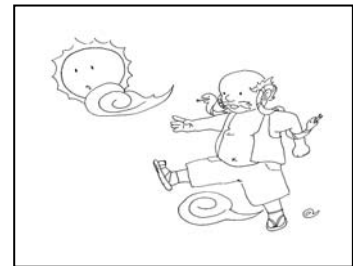
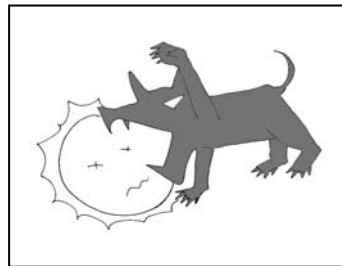
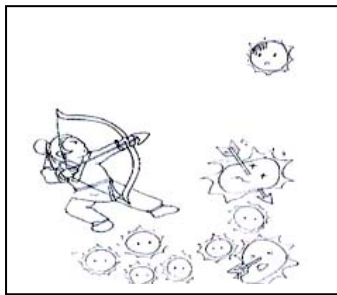


□ 12. 下列哪个中国神话与日蚀现象有关?

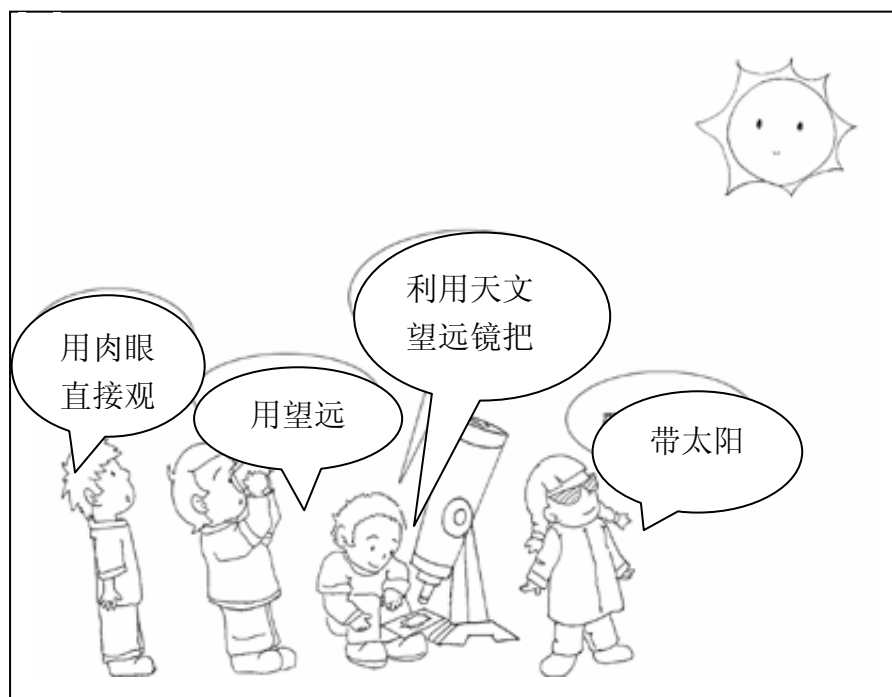
A. 后羿射日

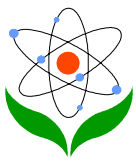
B. 天狗食日

C. 夸父追日



□ 13. 我们应该怎样安全地观察日蚀?





附录二:

日蚀教学设计

1. 重温学生相关的已有天文知识:

- a. 教师展示一些日蚀的网上照片让学生观察。透过提问引起学生学习动机
<http://www.bbc.co.uk/science/space/myspace/yourgallery/solareclipses.shtml> (图二)



图二

提问：你们见过这个现象吗？...在哪里见过？...何时？...你们知道这是什么天文现象？...为什么会发生？...原因？...

- b. 参考了 Mohapatra (1991) 的意见，与学生讨论「日蚀」的中国传说(图三)。

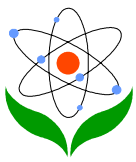


图三

提问：古代的人类天文知识不多，出现了些神话传说，你知否哪一个是与日蚀有关？(天狗食日)...请试说出对「天狗食日」传说的认识。

2. 仿真与日蚀有关的星体运动(是关键基本知识):

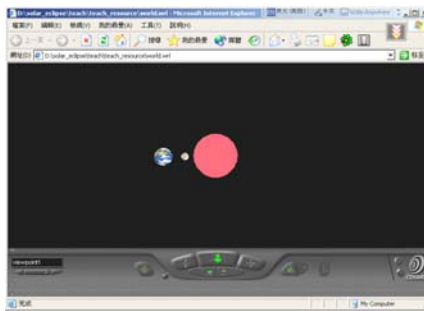
- a. 参考了 Davis (2002)的提议，着学生模拟与日蚀有关的星体运动(图四)。



图四

提问：哪个天体会有时会遮着太阳射来的光？(月球)... 会不会时常遮着？(不会，月球、太阳和地球不是常常成一直线。)

- b. 参考了 Kangassalo (1994)对运用计算机仿真的研究及多个网页的动画, 设计及播放计算机仿真宇宙俯瞰动画(图五及图六), 让学生看到太阳、地球和月球在宇宙间运行的情形。



图五



图六

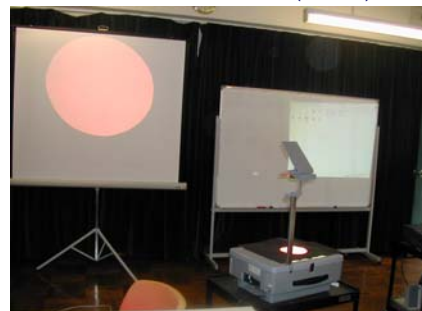
提问：让我们飞出太空，观看太阳、地球、月球的运行情况，在哪个位置太阳的光有机会被挡着？(月球运行到太阳和地球之间，把太阳的光遮着的现象，叫日蚀。)

3. 用多种方法让学生体验日蚀的成因：

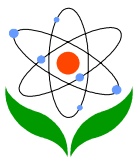
- a. 学生个别模拟体验日蚀的成因：教师预先在咭纸剪一个圆形，贴上橙红色透光纸，放在高映机上，制造一个大光源来代表太阳(图七)；每位学生各拿一个用签支撑着的小发泡胶球代表月球模拟月球的运行情形；学生先单起一只眼，伸直其中一只手，把发泡胶球放在眼前，慢慢由一个方向移动(图八)。



图七

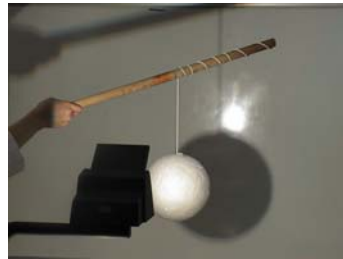


图八



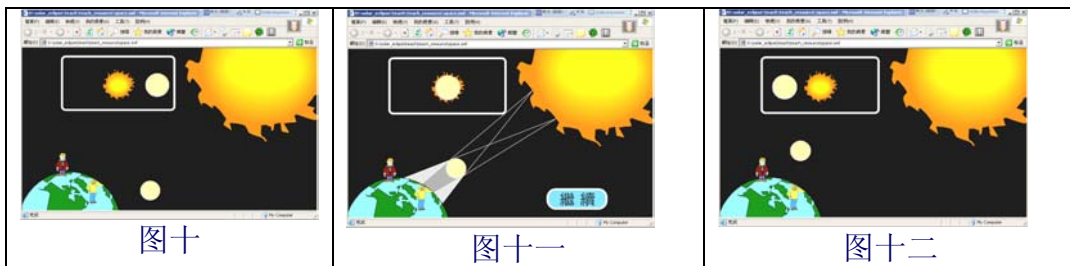
提问: 月球是向哪个方向转? (提示月球围着地球转的方向是自西向东逆时针一是学生已有知识。)…大家在地球上, 手拿着小发泡胶球模拟月球围着地球转, 看看何物及何时会遮挡了太阳的光? (当月球运行到地球和太阳之间, 三个球体成一直线时, 月球会阻挡太阳射来的光, 形成日蚀。)

- b. 就 ASE and PPARC (1999) 建议的活动, 全体同学共同确定对日蚀形成的理解: 一个同学被邀运用一个大发泡胶球代表月球在高映机前逆时针方向扫过(图九), 在银幕上的模拟太阳慢慢地吃去, 模拟日蚀的发生。教师在整个过程中不断提问学生的理解。



图九

- c. 计算机仿真日全蚀及日偏蚀(图十至图十二): 学生观察月球运行到地球与太阳之间的不同的位置时, 身处地球不同地方的人所观察到的日蚀现象有所不同。



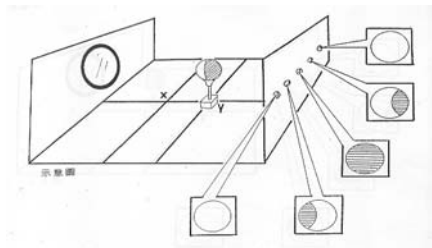
图十

图十一

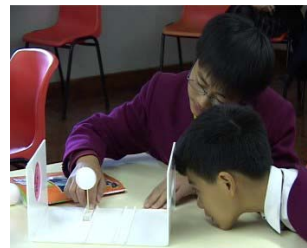
图十二

提问: 当月球围着地球公转时, 转到哪里会遮挡太阳的光? (在太阳与地球之间。)这时候的太阳、地球及月球的位置是怎样的? (同一直线) 完全在阴影下(本影)的地方看到的日蚀是怎样的? …在阴影周围的地方(半影)看到的日蚀是怎样的? …在阴影以外的地方又看到什么? …所以, 我们在香港是否可以见到每一次的日蚀? …

- d. 学生分组模拟日环蚀的成因: 每组学生派发一个日蚀模拟箱(图十三、十四); 学生探究代表月球的发泡胶球在什么位置是完全遮住代表太阳的红圈及不能完全遮住代表太阳的红圈。

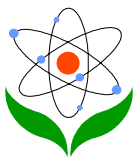


图十三



图十四

提问: 在不同位置观察到的现象是否一样? …有什么不同? (有时发泡胶球不能



完全遮住太阳的红圈。)…在什么位置发泡胶球不能完全遮住太阳的红圈? 为什么? (月球与地球距离远一些。)

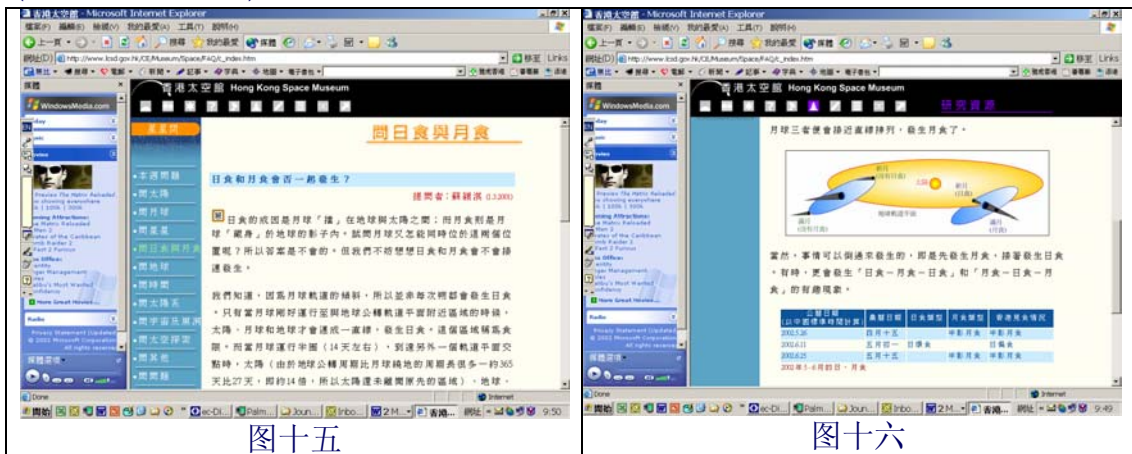
——当月球运行的轨道远离地球, 所观察到的日蚀现象是「日环蚀」。

4. 找出发生日蚀的时间:

- a. 学生到香港太空馆网站找出 2001 年至 2003 年的日蚀时间

<http://www.lcsd.gov.hk/CE/Museum/Space/index.htm>。

先到「星星问」, 到「问日蚀及月蚀」, 再看问题「日蚀和月蚀会否一起发生?」(图十五及图十六)



图十五

图十六

提问: 地球上一年内大约会有多少次日蚀? (两次)…日蚀大都在农历哪天发生? (初一)…为什么日蚀会在哪天发生? (月球在太阳和地球之间, 挡着太阳的光。)

- b. 教师鼓励学生沿着网址, 课后继续找寻相关资料。

5. 辨别观察日蚀的正确方法:

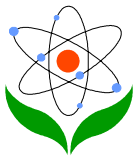
- a. 播放一段电视的新闻片段(有线电视新闻二台), 内容是有关人们观察日蚀的一些方法(图十七)。着学生留意片段中的人们用什么方法去观察日蚀。



图十七

提问: 为什么人们会蜂拥而至去看日蚀? …片段中的人们, 用什么方法去观察日蚀? …他们观察日蚀的方法, 哪些是对? …哪些是错? …原因何在? …

- b. 鼓励学生如果对观看日蚀方法有兴趣, 可到刚才到过的网页搜寻。
c. 播放「小学天文教材套」(香港太空馆及教育署课程发展处, 1999)中的正确观看日蚀的方法的短片(图十八)。



图十八

6. 巩固概念学习及延展活动:
- 学生扮演天文小记者访问其它同学在本堂所学习到的问题。学生分组讨论与课题相关的但在本课还是不明白的地方及还想知道多些的地方。
 - 课后活动: 绘画概念卡通描绘日蚀的成因及过程。