

莫兰科学笔记 探究式科学教学故事
STORIES FOR INQUIRY-BASED SCIENCE TEACHING

日常科学之谜(二)

MORE EVERYDAY
SCIENCE MYSTERIES

[美]理查德·科尼赛克-莫兰 著
(Richard Konicek-Moran)

译
审校

NSTApress
National Science Teachers Association

 江苏凤凰教育出版社
Phoenix Education Publishing, Ltd

莫兰科学笔记 探究式科学教学故事
STORIES FOR INQUIRY-BASED SCIENCE TEACHING

日常科学之谜(二)

MORE EVERYDAY
SCIENCE MYSTERIES

[美]理查德·科尼赛克-莫兰 著
(Richard Konicek-Moran)

蒋芳 译

刘勇 审校

NSTApress
National Science Teachers Association

江苏凤凰教育出版社
Phoenix Education Publishing, Ltd

图书在版编目(CIP)数据

莫兰科学笔记.日常科学之谜(二)/(美)理查德·科尼赛克-莫兰著;蒋芳译.—南京:江苏凤凰教育出版社,2017.12

ISBN 978-7-5499-7078-0

I.①莫… II.①理…②蒋… III.①科学知识—青少年读物 IV.①Z228.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 001148 号

More Everyday Science Mysteries by Richard Konicek-Moran © National Science Teachers Association (NSTA)

Translated and published by Phoenix Education Publishing Ltd., with permission from NSTA. This translated work is based on *More Everyday Science Mysteries* by Richard Konicek-Moran © 2009 National Science Teachers Association. All Rights Reserved. NSTA is not affiliated with Phoenix Education Publishing Ltd., or responsible for the quality of this translated work.

书 名 日常科学之谜(二)
著 者 [美]理查德·科尼赛克-莫兰(Richard Konicek-Moran)
译 者 蒋 芳
责任编辑 刘 芳
出版发行 凤凰出版传媒股份有限公司
江苏凤凰教育出版社(南京市湖南路1号A楼 邮编 210009)
苏教网址 <http://www.1088.com.cn>
照 排 南京紫藤制版印务中心
印 刷 江苏凤凰新华印务有限公司
厂 址 江苏省南京市新港经济技术开发区尧新大道 399 号
开 本 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张 14.25
版 次 2018 年 1 月第 1 版
2018 年 1 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5499-7078-0
定 价 50.00 元
网店地址 <http://jsfhjybs.tmall.com>
公 众 号 江苏凤凰教育出版社(微信号:jsfhjy)
邮购电话 025-85406265, 025-85400774, 短信 02585420909
盗版举报 025-83658579

苏教版图书若有印装错误可向承印厂调换
提供盗版线索者给予重奖

致谢

谨以此书献给我已故的父母厄文·科尼赛克(Ervin Konicek)和珀尔·科尼赛克(Pearl Konicek),是他们帮助并鼓励我成长为家里的第一位大学生。没有他们的支持,我怀疑自己能否写出这样一本书。

我要感谢下列教师和行政管理人员,是他们多年来帮我实地检验了这本书里的故事和想法是否适用。没有这些兢兢业业的教育工作者的热情帮助、积极鼓励与善意批评,我不可能有机会与他们愉快合作。

理查德·哈勒(Richard Haller)

乔·安·赫尔利(Jo Ann Hurley)

劳丽·诺斯(Lore Knaus)

苏珊·约翰森(Susan Johnson)

莎龙·玛诺(Sharon Minor)

特蕾莎·威廉姆森(Theresa Williamson)

马萨诸塞州斯特布里奇市(Sturbridge)伯吉斯小学(Burgess Elementary)3 年级教研组

马萨诸塞州斯特布里奇市伯吉斯小学 2 年级教研组

阿莱西亚·佩克(Alesia Peck)

马萨诸塞州米尔伯里市(Millbury)的小学教师们

在过去的 50 年间,下列教育工作者通过各种方式对我鼎力支持,通过在校的孩子的亲身实践,证明这些故事和探究学习方法确实行之有效。对他们的感激之情,我无法用语言表达。

琳达·德诺尔特(Linda Denault)博士

克劳斯·舒尔茨(Klaus Schultz)博士

凯西·戴维斯(Kathy Davis)教授,马萨诸塞大学阿默斯特分校

感谢我以前的博士生、现已成为我的同事:

泰雷兹·瓦尔多赫(Terez Waldoch)博士

戴安娜·坎贝尔(Diana Campbell)博士

海伦·吉布森(Helen Gibson),马萨诸塞州霍利奥克市(Holyoke)公立学校科学协调员

贝特西·柯舍(Betsy Koscher)博士

瓦尼塔·拉方德(Wanita Lafond)

巴巴拉·拉·科尔特(Barbara La Corte)

感谢在我研究生班级和本科生班级就读的所有老师们,他们动手编写各种故事以应用于自己的课堂教学,并且尝试把我的故事应用于他们的教学之中。感谢马萨诸塞州斯普林菲尔德市波廷格(Pottinger)小学的同学,他们提出的很多精彩创意已经被收入本书。

感谢马萨诸塞州斯普林菲尔德学院的罗伯特·巴克曼(Robert Barkman)教授,他大力支持我的工作,在斯普林菲尔德中小学教师研讨班上使用了本书中的故事和技巧。感谢玛丽莎·克里尔(Marisa Creel),她爽快答应了我们希望对其在波廷格(Pottinger)小学使用探究技巧进行的教学过程中进行现场录像的请求。

感谢我的导师、已故的哥伦比亚大学威拉德·雅各布森(Willard Jacobson)教授,是他帮助我在大学层次的师范教育领域谋得一席之地。

我要感谢斯基普·斯诺(Skip Snow)、洛里·奥博霍弗(Lori Oberhofer)、杰夫·克莱恩(Jeff Kline)以及佛罗里达州大沼泽地国家公园里所有的生物学家们,能够与他们共事7年是我的荣幸,是他们帮助我重新找回做一名科学家的感觉。还要感谢大沼泽地国家公园解说小组的成员凯蒂·布利斯(Katie Bliss)、鲍勃·德格鲁斯(Bob DeGross)、玛利亚·汤普森(Maria Thompson)、劳里·汉弗莱(Laurie Humphry)以及其他所有成员,他们帮助我重新认识到:你不用明确告诉一个人如何去观察,他也完全有可能掌握其中的技巧,以及指导人们如何与这个世

界和谐相处,意义非常重大。

感谢鲍勃·桑普尔斯(Bob Samples)和谢丽尔·查尔斯(Cheryl Charles),他们的教学实践表明创意没有极限,而这也是我曾经孜孜以求的。

我要向美国国家科学教师协会(NSTA)的克莱尔·莱因伯格(Claire Reinburg)表达最诚挚的谢意,他对我的工作充满信心,使我的第一部书得以顺利出版,目前正在编辑第二部。同样感谢编辑安德鲁·库克(Andrew Cocke),他帮助我完成了出版的最后一些工序。还要感谢蒂姆·弗兰奇(Tim French),他为各章故事绘制了精彩的插图。此外,更要感谢我美貌与智慧并存的可爱妻子凯瑟琳(Kathleen),她不仅大力支持我的工作、提出批评建议,还为植物学部分的故事内容背景绘制插图。我还要感谢佩奇·基利(Page Keeley)和乔伊丝·塔古尔(Joyce Tugel),她们一直鼎力支持我的工作。

前言

“每日奇迹”

经常有人问我,这些日常科学谜题是从哪里来的?其实它们大都来自我的日常体验。科学就在我们身边,而我们在日常生活中却往往不曾留意,正如俗话说的那样:“我们喜欢把隐匿的秘密找一个遍,却对眼前的东西视而不见。”

我有幸住在乡村的自然环境中。我每天的作息时间十分规律。起床,吃早餐,然后和妻子到林中步行1 000多米,既锻炼了身体,又顺便遛了我们家的澳大利亚牧羊犬和达克斯猎犬。两条狗堪称我们学习的好榜样,因为它们总能敏锐地察觉到周围环境在过去24小时内新出现的变化。它们不停地用鼻子在大地和空气中嗅来嗅去,寻找我们人类感官无法感知到的各种线索。我们一边散步,一边探索“当天的奇迹”。它或许是一群乌鸦正在围攻一只横斑林鸮,也可能是一只红尾鹰用利爪抓着松鼠从我们头顶上方掠过,还可能是一对林鸳鸯在寻找可以筑巢的地方,比如一个大树洞、一片延龄草或赤莲草丛。在夏末时节,或许还有一丛酷似幽灵的水晶兰、一株盛开的叶兰,而一只蜂鸟在花丛中流连忘返。道路上传来嘈杂的声音,令我们思考声音如何传播的问题。回到家,映入眼帘的是一株株山楂树、堆肥里勤劳忙碌的蚯蚓、新建的温室,整个夏天,我们都在为温室内温度大幅波动而大伤脑筋。

教科书中收录了关于行星、太空旅行、植物繁殖以及动物行为等各种妙趣横生的知识,却对这些知识的由来只字不提。这个世界充满了形形色色的问题,其中很多问题都可以由儿童和成人通过亲身探索而得知答案。这些问题无时无刻不在触

动我的感官和大脑,刺激我大脑中“我想知道……”那片区域。我对影子、白天的太阳与月亮以及夜晚的恒星与行星非常好奇。只要我们怀着开放心态睁大眼睛去寻找,就会发现科学奥秘无处不在。更令我惊讶的是,这么多年来,我竟然错过了那么多就在眼皮底下的问题。撰写这一套书,促使我改变自己看待这个世界的方式。我要感谢我的妻子,她是一位植物学家、艺术家兼园艺家,正是她唤醒了我的意识,开始细心观察那些多年来一直被我忽视的东西。人们总是对那些具有新闻价值的科学发现趋之若鹜,却对每天都在我们脚边爬行的小生命、在我们头顶枝头上摇曳的花朵,以及在天空中运行的日月星辰视而不见。试想一下,如果学生(包括老师)都忙着追求在考试中能考出更高的分数,他们哪还有闲工夫探索日常生活中的科学奥秘。一旦我开始用童真的视角来观察这个世界,书中的一个个小故事就自然而然地涌现在我面前。或许,这就是我能够发现日常科学谜题的秘诀所在。

起因

20世纪90年代中期,在纽约州伊萨卡市康奈尔大学召开的第二届迷思概念^①大会上,我与詹姆斯·夏曼斯基(James Shymansky)博士有过一次令我记忆犹新的谈话,他当时任教于艾奥瓦大学,目前在密苏里大学圣路易斯分校执教。当时,在卡尤加湖(Cayuga Lake)畔,夏曼斯基提出一个设想,想要创造一种新的文献形式。他抱怨说,目前大多数文献只是把科学家对某些现象的研究成果直接告诉给孩子们,却没有任何文字把这些研究工作的来龙去脉以及得失成败描写得一清二楚。对这次谈话以及谈话给我的启迪,我要致以衷心的感谢。

夏曼斯基指出,目前供学生参考的文献确实具有重要的价值,然而,我们在撰写文献的时候完全可以换一种方式,可以在文献中向学生提出一些科学挑战,经验丰富的教师也可以把这些科学挑战融入课堂探究活动之中。夏曼斯基提供了这种新文献的范例,即采用讲故事的形式引起学生的兴趣,并让他们自己去寻找问题的答案,而不是直接把答案告诉他们。

这次谈话对我触动很深,我立即返回马萨诸塞大学,开始跟参加我开设的初级科学教学法课程学习的研究生们一起探索上述做法的可行性。我们挑选一些科学

^① 迷思概念(misconception):指人们头脑中存在的与科学概念不一致的错误认识,一般也翻译为“误解、错误概念或错误观点”等。——译者注

话题,把相关的科学现象编写成故事,故事没有结局,而是代之以挑战性的问题,需要读者亲自动脑动手进行实验才能解决,并利用得出的答案为故事续写结局。

在整个学期期间,我们编写了很多小故事,研究生们在他们的学生中间试用了这些故事。孩子们非常喜欢这些故事,我们也从试用过程中总结出一些经验和教训,以便更好地组织编写这些故事,并借助故事提出更为恰当的问题供学生研究。

此后数年间,我跟参加初级科学教学法课程学习的研究生和本科生们共同探讨这一理念。跟其他课程不同的是,我这门课程教学要求中有一项任务,要求学生就某个科学现象编写一则故事,然后还要撰写一篇论文,描述他们如何在自己的课堂上利用这则故事鼓励学生进行探究式学习。随着我对这一理念的了解逐渐深入,自身素质也在逐渐提高,从而能够帮助学生改进并完善这些故事和论文的质量。

我了解到,这些在研究生班进修的老师通过与同学以及导师讨论自己编写的故事,获得很多宝贵的反馈信息,有助于他们进一步完善故事内容。我们经常组织一些不超过5人的小组会议,相互交换意见。我们还设计了一份问题清单,帮助大家弄清楚“具有挑战性的故事”这一概念背后的理论基础。内容如下。

你在编写故事时需要考虑如下几点

你的故事……

- (1) 涉及的是一个概念还是一组概念体系?
- (2) 涉及的话题能否引起你所针对的那个年龄段学生的兴趣?
- (3) 提出的问题能否通过实验活动直接予以解决?
- (4) 是否要求学生积极参与——既动手,又动脑?
- (5) 是否真正具有开放式的结局?
- (6) 是否为学生辨认问题和解决问题提供了足够信息?
- (7) 是否考虑到你想让学生使用的材料都很容易找到?
- (8) 是否给学生提供机会,让他们对故事进行充分讨论并设计实验方案找出问题答案?
- (9) 是否把数据收集和分析作为学生进行研究的必要条件?
- (10) 是否提供某种方法,让你了解学生对这个话题的“前概念”水平?(可以直接或间接地提出。)

慢工出细活。最终,我的学生编写的故事不仅适用于他们自己的课堂教学,而且可以让我用做对他们学习科学教学法课程的评估工具。

时间一天天流逝,有些老师问我,他们能不能借鉴一下我在课堂上使用这些故事的经验。他们鼓励我把这些故事结集出版,也就是你现在看到的这本书。我希望本书能对你在课堂上践行探究式教学有所帮助。或许你能从中受到启发,自己动手为你觉得学生最难弄懂的科学概念编写故事,化难为易,从而提高教学效果。

绪论

在课堂上使用故事教学的案例分析

在正式开始前,我想首先给你讲述《日常科学之谜(一)》(*Everyday Science Mysteries*)中的一个故事,然后向你展示两位老师在教学中如何使用这个故事,两位老师分别是2年级的特蕾莎和5年级的劳丽。在接下来的章节中,我将解释一下本书的写作理念和内容安排,然后讲述各个故事以及相关的背景材料。故事的题目是《橡子去了哪里?》

橡子去了哪里?

在安德森家后院高高的橡树上,松鼠奇克丝(又叫“腮帮儿”)从她那用树叶搭成的小窝里向外张望着。此时正值清晨,大雾像棉被一样笼罩着山谷。奇克丝伸展着灰蒙蒙、毛茸茸的美丽身躯,四处张望。她感受到8月清晨温暖的空气,翘起蓬松的灰色大尾巴,抖动了几下。“腮帮儿”这个名字是安德森一家给她取的,因为她每次在院子里悠闲漫步或飞奔而过时,塞满了橡子的两腮总是鼓鼓囊囊的。

“我今天有事情要做!”她寻思道,想象着要把那些饱满的橡子收藏起来,为即将到来的寒冬时节做好准备。

奇克丝现在面临的最大难题并不是采集橡子。这里到处都是橡树和橡子,院子里所有灰松鼠加在一起也吃不完。问题是等到天气转冷,皑皑白雪把草地覆盖之后,如何才能找到橡子。奇克丝嗅觉灵敏,有时候她能嗅出自己之前埋下的橡子,但不是每次都能做到。她需要想出一种办法来记住自己是在哪里挖洞埋下橡

子的。奇克丝记性不好，而院子又太大，对她那个小脑袋瓜而言，要把所有挖过的洞都记住实在太难了。

太阳已经从东方升起，奇克丝从树上溜下来开始找果子吃。她还得让自己吃胖些，这样，才能在找不到东西吃的漫长冬日里不受冻挨饿。

“怎么办？怎么办？”她一边摇着尾巴，一边思索着。就在这时，她看见草地上有一片阴影，阳光照不到那里。地上那片阴影有一定的形状，阴影的一端位于树干与大地的交会处，另一端与树干之间有一小段距离。“我明白了。”她想，“我要把橡子都埋在那片阴影的尽头处，等天冷的时候再回来把它们挖出来。瞧我多聪明！”奇克丝自言自语，然后就开始采集橡子、挖洞贮藏。

第二天，她又找到另一片阴影，然后如法炮制。接下来几个星期的时间里，她都在忙着采集橡子、挖洞贮藏。这个冬天她肯定可以高枕无忧了！

几个月过去了，白雪覆盖了大地和丛林。奇克丝大部分时间都蜷缩在树上的小窝里。一个清新的早晨，天空刚刚放亮，她低头看到了地上的阴影，发现它与洁白明亮之处形成了鲜明的对比。突然，她胃口大开，想要尝一尝鲜美多汁的橡子。她想：“哦，对了。是时候把我埋在阴影尽头的那些橡子挖出来了。”

她从树上跳下来，飞快地穿过院子，跑向那片阴影的尽头。一团团雪花随着她飞奔的脚步不断被扬起，随后又飘落到大地。她心中暗想：“我真是太聪明了。我知道橡子在哪里。”她感觉自己已经快跑到树林边缘，而以前似乎没跑过这么远。但是她的记性不好，也就没管那么多。然后，她跑到那片阴影的尽头处，开始挖啊挖啊挖啊！

她不停地挖啊挖啊，什么也没有！“也许我埋得深了点儿。”她想。她有点上气不接下气。她挖得越来越深，可还是什么都没有。她跑到另一片阴影的尽头开挖，依然什么都没有。她嚷道：“可是我明明记得是埋在这里的呀！它们都去了哪里？”她既生气又想不通。难道别的松鼠把橡子挖走了？那样不公平！难道它们凭空消失了？这些阴影又是怎么回事？

她怎样才能找到橡子呢？它们究竟在哪里？你能帮助她找到她埋藏橡子的地方吗？帮帮她吧，因为她现在饿得要命！

两位教师分别是如何使用《橡子去了哪里?》这个故事的

特蕾莎,资深2年级教师

每年新学期开学第一课,特蕾莎讲授的内容通常都跟“秋天和变化”相关。今年,她翻阅了《国家科学教育标准》(National Science Education Standards, NSES)之后,认为把第一课换成“天空和周期变化”也不错。既然影子是孩子们经常会注意到的现象,也是他们在操场玩游戏时经常会用到的(比如踩影子游戏),特蕾莎认为使用松鼠奇克丝(又叫“腮帮儿”)的故事就恰到好处。

首先,特蕾莎认为非常重要的一点是,需要了解孩子们对太阳以及物体投射阴影的知识究竟掌握了多少。她想弄清楚哪些知识是孩子们和奇克丝都已经掌握的,哪些知识是孩子们掌握但奇克丝并不掌握的。她让孩子们围坐成一个圆圈,这样大家都可以看见对方并听见对方的发言。然后,特蕾莎把故事念给孩子们听。她一边阅读一边留心观察,确保孩子们听明白奇克丝是在夏末的时候决定埋下橡子,而在冬天开始寻找的。特蕾莎让孩子们说说自己对奇克丝看到的那些影子有什么看法,然后她在一张记录纸上写下“我们的最佳思维榜”。孩子们发表了自己的“高见”,特蕾莎在一旁如实记录:

- “影子每天都会变。”
- “影子在冬天会变长。”
- “影子在冬天会变短。”
- “影子每天都会变长。”
- “影子每天都会变短。”
- “影子根本不会变化。”
- “影子不是每天都出来的。”
- “你动的时候影子也会动。”

她问孩子们是否可以在每句话里加一两个字,以便于大家一起去验证。这样,她把上述陈述句变成了如下的问句:

- “影子每天都会变吗?”
- “影子在冬天会变长吗?”
- “影子在冬天会变短吗?”
- “影子每天都会变长吗?”
- “影子每天都会变短吗?”
- “影子究竟会不会变化?”
- “影子是不是每天都出来?”
- “你动的时候影子也会动吗?”

特蕾莎让孩子们重点讨论通过哪些问题能够帮助奇克丝走出困境。孩子们选择了“影子在冬天会变长还是会变短”以及“影子究竟会不会变化”这两个问题。特蕾莎要求孩子们根据自己的经验来做出预测。有些孩子说,随着冬天来临,影子会变得越来越长,有些孩子的观点则恰恰相反。孩子们对影子是否会发生变化虽然尚存疑问,但是他们一致认为,随着时间的推移,影子很可能会发生变化。如果他们能够找到证据证实影子确实会发生变化,那么这个问题就可以从列表中画掉。

现在,孩子们需要找出办法来解答那些问题并验证原先的预测是否正确。特蕾莎帮助孩子们了解什么是公平实验,问他们如何着手解决那些问题。孩子们几乎立刻就意识到,应当每天对同一棵树的影子进行测量并做记录,而且应该在每天同一时间对同一棵树的影子进行测量。他们拿不准测量的时间有什么重要性,只是觉得这样做才能确保公平合理。尽管为所有问题找到各自相应的证据也很重要,但是特蕾莎认为,在目前阶段,要是让学生多管齐下、搜集多种问题的证据,可能会让他们感到无所适从。

特蕾莎查看了室外的地形后发现,大部分树木的影子在冬天都会变得很长,甚至延伸到教学楼上,难以测量。如果硬要这样做,虽然也不失为一种学习体验,但孩子们经过数月辛勤劳动后,成果最终毁于一旦,非常容易产生挫败感。她决定说服孩子们用一棵人造树来代替,因为人造树很小,不会引发影子太长的问题。令她吃惊的是,孩子们没有任何异议,他们认为:“只要我们每天测量的是同一棵树,结果依然是公平的。”于是特蕾莎用木钉做了一棵大约 15 厘米高的树,孩子们坚持在顶端粘上一个三角形,使它看上去更像一棵树。

孩子们一起来到室外,选了一个太阳光线不受任何遮挡的地方开始测量。特

蕾莎担心孩子们还不能熟练使用直尺或卷尺,便让他们使用一根纱线测量影子从树干基部到树冠顶端的长度,然后把这根纱线粘在墙上的图表中,纱线下面标注测量的日期。孩子们很高兴这么做。

第一周,学生每3人一小组,每日都到教室外进行测量。到了周末,特蕾莎注意到影子每天变化的长度太小,觉得也许应当让孩子们每周测量一次。这样效果就好多了,墙上的图表不再那么“拥挤不堪”,却依然能够显示出可能发生的重要变化。

数周之后,影子的长度明显每周都在增加。特蕾莎和学生们讨论影子变长的原因,学生们用手电筒实验,发现把手电筒放低的时候,铅笔的影子会变长。如果是这样的话,太阳的高度肯定也变低了,同学们也把这个观察结果记录下来了。后来,特蕾莎表示,她当初应该让学生每人都准备一个科学笔记本,这样就可以更清楚地了解每个学生对这个实验的看法。

纱线图显示的情况一清二楚,现在剩下的唯一问题似乎是“影子最终会变多长”。特蕾莎带领同学们重温了奇克丝的故事,同学们茅塞顿开:奇克丝埋橡子的实际位置或许比冬天影子指示的位置距离大树更近一些。特蕾莎继续讲授下一单元关于秋季变化的内容,但是每个星期依然往图表上增加一根纱线。特蕾莎感到欣慰的是,她可以同时讲授两个单元的内容,而且依然能够让孩子们在每周测量之后对这个实验兴致勃勃。寒假过后,孩子们发现影子开始变短,他们兴奋极了。实际上,影子变短的时间始于12月21日前后的冬至,但那时孩子们还在假期,直到元旦以后假期才结束。现在,问题又变成:影子会继续变短吗?到什么时间为止?冬去春来,整个学年接近了尾声。每个星期的测量活动仍在继续,每个星期同学们都对获得的数据进行讨论。图表上粘满了纱线,影子的变化趋势已经显而易见。影子从去年秋天测量开始变得越来越长,而到了元旦以后开始变短。影子会变多短呢?影子会短到没有吗?这些问题被添加到了图表上。在学期结束前的最后一周,孩子们讨论他们的结论,他们确信秋天到冬天这段时间太阳位置比较低,物体投下的影子比较长,而新年过后太阳位置逐渐升高,影子逐渐变短。同学们还意识到季节也在变化,太阳位置越高意味着天气越暖,树木开始长出叶子。同学们已经开始学会思考天空中的季节变化,并把它们与季节循环联系在一起。至少特蕾莎是这样认为的。

在6月最后一次小组碰头会上,特蕾莎问同学们,他们认为接下来的9月影子

会变成什么样子。他们认真思考了一番之后说,既然影子越变越短,到了9月,影子肯定会消失不见或者短到无法测量。天啊!他们根本不知道“循环”这个概念,也难怪,因为他们还从来没就此讨论过。从图表上可以明显看出影子有继续变短的趋势,然而,特蕾莎知道到9月她就没有机会继续带领他们做这个实验了,不过她打算跟3年级教研组谈一谈,请他们把这个实验至少再坚持做几周,这样孩子们将会看到今年9月与去年9月的数据相吻合。然后,孩子们也许会联想到季节变化,当然,这些体验在他们升入高年级后也有用处,因为季节及其成因是高年级大纲规定的内容。尽管这项研究工作存在上述种种缺憾,对孩子们而言却是一次非凡的体验,他们借此难得的机会设计实验并收集数据来解答松鼠故事中的问题,符合他们的知识发展水平。特蕾莎认为,同学们为了解决奇克丝遇到的难题而长时间进行实验调查、收集数据并得出结论,基本达到了教学目标,或者至少取得了一定进展。下一步,她将会跟3年级教研组谈一谈这个问题。

劳丽,资深5年级教师

9月,我在学校工作的时候,去劳丽任教的5年级班里征求意见。我给学生朗读奇克丝的故事,问他们认为这个故事最适合用于哪个年级。他们觉得2年级最合适。根据他们的观点,特蕾莎当初使用这个故事的决定似乎完全正确。

然而,特蕾莎开始使用这个故事一周后,我收到了劳丽的来信,向我诉说她的学生老是问她各种关于影子、太阳以及季节的问题,问我能否给予帮助。虽然5年级的学生坚持认为这个故事适用于2年级,但是他们也对这个故事着了迷,开始探讨影子的问题。这样一来,两个班级都对奇克丝遇到的难题表现出兴趣,而他们的知识水平处于两个不同的层次。5年级学生的问题是关于影子的长短、方向以及季节性变化的,他们会问:为什么会发生这样的变化?劳丽想用探究的方式来帮助同学们找到答案,然而需要一些帮助。虽说奇克丝的故事为他们的好奇心打开了一扇门,但是我们认为,或许编写一个关于海盗埋宝藏(跟奇克丝埋橡子类似)的故事更适合5年级学生去探索。

劳丽查阅《国家科学教育标准》关于5年级教学要求的部分发现,需要学生会观察并描述太阳的位置和运动,并研究天空中的自然物体及其运动方式。但是我们认为,研究实验应当以学生的问题为主导。劳丽对5E——engage(接触),

elaborate(梳理), explore(探索), explain(解释), evaluate(评价)——探究法很感兴趣,既然孩子们已经处于“接触”阶段,接下来便进入“梳理”环节,那么劳丽需要深入了解学生的既有知识水平。因此,劳丽在下节课一开始就问学生,他们对奇克丝用到的影子以及影子成因“知道”多少,同学们说:

“影子上午较长,中午较短,下午又变长。”

“中午没有影子,因为太阳处于头顶正上方。”

“影子在每天的位置都是固定的,因此我们可以根据影子判断时间。”

“影子在夏天比冬天短。”

“你可以在地上竖一根棍子,通过它的影子来判断时间。”

跟特蕾莎一样,劳丽也把这些陈述句改成了问句,然后,他们进入了 5E 探究法的“探索”阶段。

幸运的是,劳丽的教室门正对着一片阳光充足的草坪。学生们制作了一些 30 平方厘米大小的木板,在木板中间钻了几个孔,每个孔里塞入一根牙签。他们在木板上贴上白纸,每半个小时就在纸上沿着影子画线。每天下午,他们都把木板拿回教室并讨论测量结果。关于每天放置木板的位置不同是否会产生不同结果,同学们讨论了很多。

他们收集的数据太多,情况变得有点复杂。一名学生建议使用幻灯片记录影子数据,然后把胶片叠放在一起看看影子发生了什么变化。大家都认为这个主意很妙。

劳丽向同学们介绍历书《老农年鉴》(*Old Farmer's Almanac*)以及日出日落和白天时长的图表,由此引发了一场令人兴奋的探究活动,还用到了数学知识。劳丽让学生观察某一天的日出和日落时间,计算白天的时长。同学们在计算时足足花了 10 分钟,劳丽让每个小组在全班面前演示他们的计算过程。同学们采用了至少 6 种不同的计算方法,大多数都得出了相同的答案。他们惊奇地发现,虽然采用的方法各种各样,但是殊途同归。同学们一致认为,有几种方法相对而言比较简便,使用 24 小时制是最容易的方法。令劳丽感到欣喜的是,学生找出的计算方法竟然那么多,他们通过这次科学探索必然对时间的理解更加深刻。

这件事也表明,孩子们有能力提高自己的元认知(对自己的思维方式进行反思)水平。研究表明[梅兹(Metz),1995],小学生不善于对自己的推理方式进行反