

探索蟋蟀跳水自杀的原因 ——青少年科技教育方案

张俊菊 / 北京市东城区青少年科技馆

◎ 活动方案背景

教育家杜威认为,“兴趣总是一些隐藏着的能力的信号”,教师的任务在于发现学生的这些能力,了解他们的兴趣需求,选择合适的教材,使他们学习得更起劲、更有效。校外教育没有统一的教学大纲和教材,能否“使活动更富有吸引力”,除了来自教师自身的魅力之外,在很大程度上取决于“选材”和“组织形式”。我馆生物组有50名学生,他们分别来自不同的学校,其年龄、性别、家庭背景、受教育程度、兴趣爱好、心理素质等各方面存在很大差异,但是,他们有着共同的兴趣和追求。据了解,他们中间有90%的学生喜欢昆虫,有继续探究的欲望和要求。另外,在每年的3月至10月期间,各种昆虫活动频繁,是青少年认识昆虫、探究昆虫行为的大好时节。据此,作者选择了一起离奇的事件,采取情景模拟法,沿着“蟋蟀跳水自杀的原因”和“科学探索的一般步骤”明暗两条线展开调查。

◎ 活动目标

在教师的辅导下,学生对“蟋蟀跳水自杀”的“案情”进行分析,要求达到3个目标:

- ①知识:知道蟋蟀自杀的原因,了解铁线虫的生活史和操纵机制;
- ②技能:掌握科学研究的一般步骤和研究方案的设计,学会使用观察、分析、判断、推理、归纳等技能对“案情”进行分析;
- ③情感:学习如何与人相互配合,增进伙伴之间的合作。

◎ 活动内容

➤ 要了解的知识

- ◆ 蟋蟀为什么跳水自杀?
- ◆ 铁线虫是如何寄生到蟋蟀体内的?
- ◆ 铁线虫是如何操纵蟋蟀跳水的?
- ◆ 科学研究的一般步骤和方案设计(暗线)。

➤ 活动方法

情景模拟法、角色扮演法、探究性学习方法。

➤ 活动创新及设计思路

本次活动有特定的情景:“一件有悖常理的事件——蟋蟀跳水自杀”,“蒙彼利埃研究人员立案调查”,适合采取“情景模拟、角色扮演、探究性学习”教学方法。主要沿着“蟋蟀跳水自杀的原因”和“科学探索的一般步骤”明暗两条线展开,每解决一个问题,发现一个新问题,步步接近活动目标。最终使学生掌握相应的科学知识,学会方案设计,学会与人合作。

本方案的设计思路见图1。

◎ 活动过程

➤ 活动导入

话题从一件有悖常理的事件开始。给学生演示视频:一只蟋蟀在草丛里蹦跳,似乎它正在寻觅它最爱吃的昆虫遗骸。然而它却直奔小溪而去,义无反顾地纵身跳入水中。无论这事情多么离奇,这只蟋蟀确实自杀了。演示后学生提问:“这只蟋蟀为什么要自杀呢?”学生的想象力非常丰富,给出的答案五花八门。此时教师提示学生:“这件

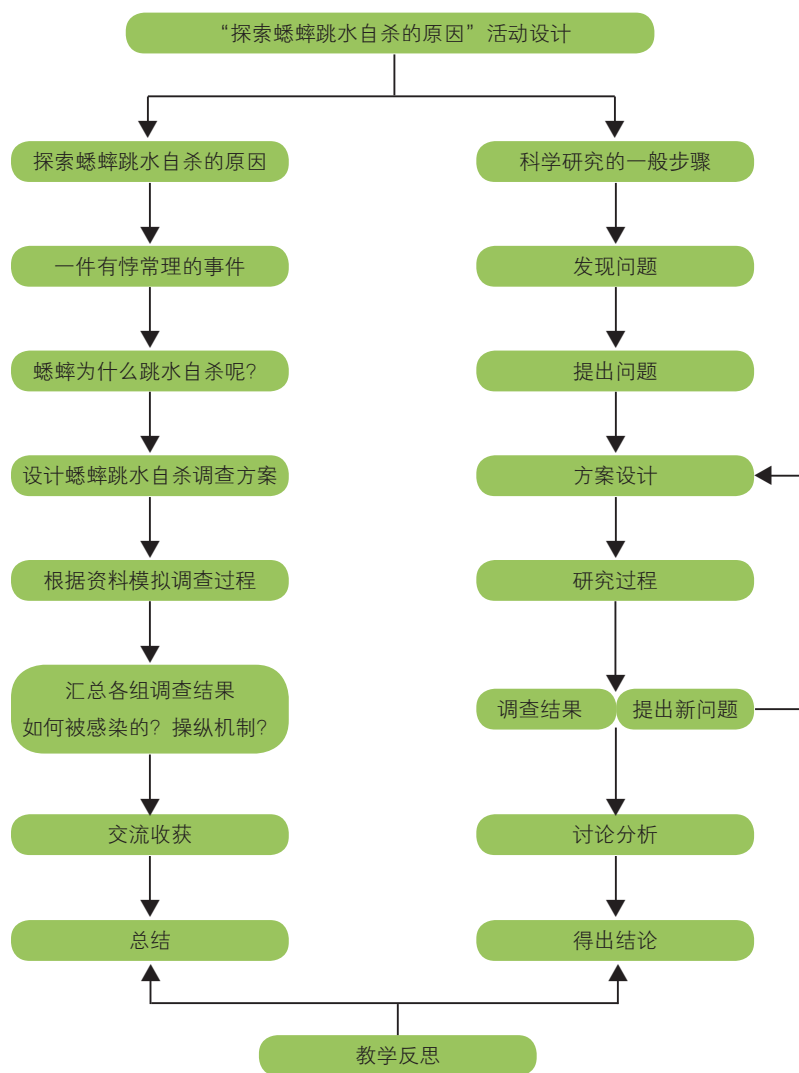


图1 方案设计思路

有悖常理的事件惊动了蒙彼利埃的研究人员，2002年‘立案’调查。结果发现蟋蟀自杀的背后实际隐藏着一起谋杀事件，凶手是一种叫铁线虫的寄生虫。”那么，铁线虫是怎样寄生到蟋蟀体内的？寄生的动机又是什么呢？

主题活动

◆ 学习设计“蟋蟀跳水自杀”调查方案

技能：方案设计。

教师：关于蟋蟀跳水自杀的问题，大家可以考虑以下几个问题：铁线虫是一种什么动物？铁线虫是怎样寄生到蟋蟀体内的？寄生的动机是什么？铁线虫寄生于蟋蟀的策略又是什么呢？

学生：分组讨论，设计调查方案。10分钟后，各小组派代表陈述本组调查方案。

参加本次活动的15名学生在科技馆活动时间半年到2年不等，他们分别来自不同的学校和家庭，受教育程度和家庭背景存在很大差异，知识水

平也相差很大，特别是在校外科技活动的经历不同，使他们在活动过程中表现出不同的能力水平。

第1组有2名初中学生，活动时间2学年以上。设计的方案最完整：提出问题、成立研究小组（分配任务）、调查方法及过程（现场勘查、实验室化验、整理资料等）、讨论分析、总结。

第2、3、4组都是小学生，活动时间较短。设计的方案内

容有不同的缺陷，但是，方案内容都基本涉及“提出问题、到现场考察、跟踪附近其他蟋蟀的行踪、解剖”等。

最后，讨论形成可行性方案。

◆ 调查过程

技能：调查、观察、推理、判断。

教师发给每个学生一份关于“蟋蟀跳水自杀”的参考资料，以锻炼学生在有限的时间内捕捉有效信息的能力。要求20分

钟后,各组提交一份调查结果。
学生则分组展开调查。

⑤ 汇总各组调查结果

◆ 第1组关于蟋蟀跳水自杀现场勘查的结果

自立夏以来,研究人员在野外考察的过程中发现,偶有橡树丛蟋蟀跳水自杀的现象发生。蟋蟀跳水前,在草丛里可以蹦跳好几个小时,然后,直奔正下方的小溪而去,义无反顾地纵身跳入水中,顷刻间就会一命呜呼,其目的显然不是为了寻找食物,肯定另有原因。

◆ 第2组关于蟋蟀“社会关系”的调查结果

研究人员在“案发现场——小溪边”的周围发现了许多蟋蟀最爱吃的石蛾的尸体以及蟋蟀食用石蛾的现象。同时,研究人员在跟踪跳水的蟋蟀时发现,蟋蟀总是从高海拔向低海拔跳跃,直到蟋蟀跳入水中。

蟋蟀尸体漂浮在水面上,1条或2条长约10多厘米的蠕虫,像“异形”那样从蟋蟀的尸体里一点一点地钻出来,然后从受害者身旁游走。

除此之外,研究人员还发现,像螳螂、蝗虫等昆虫也有“跳

水自杀”的现象,情况和蟋蟀的情况极其相似。

观察发现,在一些石蛾幼虫的身体表面、水草和一些鱼的体表发现有大量的卵状物附着。

◆ 第3组关于蟋蟀跳水自杀的技术鉴定结果

资料表明,这种神秘的蠕虫是一种铁线虫属的寄生虫(图3)。目前这一属共有300多种,影响到蝗虫、螽斯等不下9种的直翅目昆虫(图4、图5)。

◆ 第4组信息汇总结果

根据各个小组提交的调查结果,初步判断,蟋蟀是被一种叫铁线虫的铁线虫属的寄生虫所寄生。

蟋蟀跳入水中后,铁线虫从尸体内游出,进行交配产卵。根据在石蛾幼虫体表发现的铁线虫卵和在岸边发现的石蛾成虫尸体可以推断,铁线虫的繁殖与石蛾的生活史有关。石蛾成虫一般将卵产在淡水中,或产于水面上或水面下岩石和植物上,数日后孵出幼虫,幼虫以藻类、植物或其他昆虫为食,食性依种而异,再过数日化蛹,

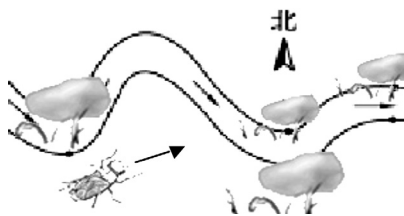


图2 案发现场

最后游到水面羽化完成变态,交配产卵后死去。蟋蟀喜欢吃石蛾的尸体,寄生在石蛾体表的铁线虫卵可能趁机进入蟋蟀体内,并开始蟋蟀体内发育,引起寄主的行为异常。

铁线虫的寄主有多种,主要为直翅目昆虫。包括蝗虫、螽斯、蟋蟀、蝼蛄等。有报道说,少数铁线虫也可以寄生在人体内。因此,要谨慎食用昆虫类菜肴,以免感染寄生虫病。

⑥ 新问题:铁线虫是如何操纵寄主跳水的呢?

技能:发现问题、研究方案设计

蒙彼利埃传染病遗传与演化实验室的生物学家弗雷德里克·托马认为:昆虫体内的铁线虫幼虫发育成成年铁线虫,开始操纵寄主的行动,直至逼迫寄主自尽,以达到返回自己繁殖环境的目的。那么,铁



图3 铁线虫

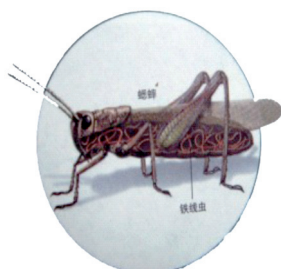


图4 蝗虫体内铁线虫



图5 螳螂体内铁线虫

线虫是如何操纵寄主跳水的呢？研究人员一直怀疑，由于铁线虫的寄生，寄主的神经出现错乱。根据以往的经验，原因可能是寄主因铁线虫的刺激，迫使自身分泌某种化学物质作用于大脑，也许是物理挤压神经的结果，从而导致寄主的行为异常。蒙彼利埃的研究人员对此进行了实验室实验，结果很令人吃惊。

寄生虫操纵策略有2种：一是间接操纵策略，寄生虫诱使寄主自己分泌改变其行为的物质；二是直接操纵策略，寄生虫分泌的物质进入寄主体内后影响其行为。铁线虫向蟋蟀的大脑里注入一些分子促使其“自杀”。这种策略在已知的动物操纵类型中是绝无仅有的。

同学在回答问题的过程中，多次使用了“智慧、聪明”一类的词。其实，铁线虫不会有什么隐藏的智慧。这种不择手段的操纵方式的存在纯粹属于偶然。在进化过程中，自然选择有利于那些由于基因变异而变得长于合成与这些昆虫 wnt 蛋白结构相似的 wnt 蛋白的个体，而缺乏这种能力未能及时返回繁殖环境的灭绝了。

◎ 活动结果及呈现方式

在活动结束之前，大部分同学

能把刚才侦查的过程和结果串联起来，能指出本次活动所使用的研究技能。

学生在自由发言时陈述研究过程、列举研究技能。首先到现场进行调查，发现凶手铁线虫，然后继续观察弄清了铁线虫的生活史和寄生于蟋蟀体内的途径，接着利用蛋白质组学分析技术解释了铁线虫利用 wnt 蛋白操纵蟋蟀跳水的原理。最后，利用同样的蛋白质组学分析技术弄清了 wnt 蛋白使蟋蟀趋地性功能紊乱只能向海拔下降的方向跳跃，最后跳进小溪。

整个过程体现的就是一个严谨的科学的过程，利用了观察、实验、推理、判断、归纳等技能。

◎ 活动心得体会（教学反思）及评价

◆ 选题适合中小学生的年龄特点、兴趣需求及知识水平，同学们普遍对昆虫感兴趣，本次活动涉及的相关动物是一种寄生虫，其奇特的寄生策略让同学们浮想联翩，兴趣盎然。组织形式强调团队合作，采取情景模拟教学法和角色扮演教学法。实践证明，本次活动深受学生的喜爱，参与率高达 100%，参与热情度高，教学效果显著。

◆ 学生能说出蟋蟀“自杀”的原因，能解释铁线虫寄生蟋蟀的过程，知道铁线虫操纵蟋蟀跳水自杀的机制等问题。更重要的是，能按科学研究的一般步骤和方法进行调查，学会了研究方案的设计，学会了与人合作。

该项目获得第 26 届全国青少年科技创新大赛科技辅导员创新成果科技教育方案类一等奖。

专家评语

该方案体现了“三自”原则，教育目标明确，符合科技教育活动的基本规律，所设计活动的内容和形式具有较好的创新性，方案同时体现出科学性、完整性和可行性，实施后亦会产生较好的示范效应。■