

走进科学（理化生地）新课程百例丛书

科学探究式学习

KEXUETANJIUSHIXUEXI

100 个问题

GEWENTI

郑青岳 编著



浙江教育出版社

● 走进科学（理化生地）新课程百例丛书

科学探究式学习

KEXUETANJIUSHIXUEXI

100 个问题

GEWENTI



浙江教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

科学探究式学习 100 个问题/郑青岳著.

—杭州:浙江教育出版社,2007

(走进科学新课程百例丛书)

ISBN 978-7-5338-7199-4

I. 科... II. 郑... III. 科学知识—教学研究

—中学 IV. G633.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 147624 号

走进科学(理化生地)新课程百例丛书

科学探究式学习 100 个问题

-
- 出 版 浙江教育出版社
(杭州市天目山路 40 号 邮编 310013)
- 发 行 浙江省新华书店集团有限公司
- 作 者 郑青岳
责任编辑 汤菊芬
- 封面设计 柴立青
绘 图 费 菲
- 责任校对 郑德文
责任印务 陆 江
- 图文制作 杭州万方图书有限公司
印刷装订 杭州富春印务有限公司

-
- 开 本 787×1092 1/16
印 张 17.75
- 字 数 309 000
版 次 2007 年 9 月第 1 版
- 印 次 2007 年 9 月第 1 次
印 数 0 001-5 000
- 标准书号 ISBN 978-7-5338-7199-4
定 价 29.80 元
-

联系电话: 0571-85170300-80928

e-mail: zjjy@zjcb.com

网址: www.zjeph.com

序 言

新一轮课程改革之春风正席卷我国基础教育界,我国义务教育科学课程随之发生着深刻的变革。无论是合科还是分科的理科课程标准,以及以其为依据编写的各种版本的教科书,都给我们带来了许多新的科学教育观念,并不断改变着科学教师的教育行为。可以这样说,广大教师从来没有像今天这样面对着如此密集的新的教育理念,从来没有像今天这样充满对新知识的渴求,从来没有像今天这样关注自己的专业发展。

为了使基础教育的课程改革不断取得新的成果,为科学教师专业水平的提高提供有效的指导和帮助,同时也为教师的教和学生的学开发有价值的资源,使教师在课程改革过程中不断获得新的感悟和新的发展,使学生在科学学习中获得新的认识和新的提升,我们受浙江教育出版社之委托,组织部分科学教研员和优秀的科学教师,深入分析了当前科学教师和学生之所缺和所需,并以此为基础设计编写了这一套“走进科学新课程百例丛书”。本丛书第一辑共4本,即《科学探究式学习100个问题》、《科学课程100个教学案例》、《科学知识运用100例》、《科学学习中100个疑难问题》。前两本面向初中科学教师,后两本则同时面向初中的科学教师和学生。

科学探究是本次课程改革的一大亮点。在科学课程标准中,将科学探究作为科学课程的核心概念和四大目标中的首要目标,作为科学课程五大基本理念之一和第一领域的学习内容。科学探究不但是科学教学的内容,也是科学教与学的方式,还是科学教学的一种精神。当科学探究、探究式学习、探究教学等名词突然纷涌而来时,科学教师既感到兴奋,也感到陌生。因为对科学教师来说,科学探究毕竟是一个新事物,对它的认识还十

分肤浅,甚至还存在某些偏差。笔者前几年主持并完成了浙江省重点课题:新科学课程探究式学习的实践研究,获得了一定的研究成果。《科学探究式学习 100 个问题》就是以这个课题的成果为基础编写而成的。本书侧重从探究式教学实践的层面对教师所关心的有关问题进行探讨,目的在于帮助广大科学教师准确把握、深刻理解和有效实施科学探究式学习。这种围绕一个具体事物提出 100 个问题展开思考和研究的做法本身就充分体现了科学探究的精神。这本书,与其说是为了帮助广大科学教师解决实施科学探究式学习中碰到的相关问题,还不如说是抛砖引玉,引发广大科学教师对科学探究式学习展开更深入的探究。

本书在编写过程中参阅并吸收了一些书刊文献上的成果,同时也吸收了一些教师的优秀教学案例。在此,对这些被引用文的作者一并表示深切的谢意!

尽管笔者有着强烈的精品意识,并在编写过程中慎之又慎,但由于对有些问题的研究还比较粗浅,书中仍难免存在一些疏漏,敬请读者不吝赐教。

郑青岳

2007 年 7 月



目 录

● 总 论

- | | | | |
|----------------------------|----|-----------------------------|----|
| 1 什么叫做科学探究 | 1 | 13 探究式学习基于怎样的教育理念 | 32 |
| 2 怎样理解科学探究式学习的含义 | 3 | 14 把科学探究作为课程内容的意义何在 | 34 |
| 3 为什么说科学的本质是探究 ... | 5 | 15 把科学探究作为科学教学的精神意义何在 | 37 |
| 4 学生的探究与科学家的探究有哪些相同点 | 7 | 16 科学史在探究式学习中有什么作用 | 40 |
| 5 学生的探究与科学家的探究有哪些不同点 | 11 | 17 探究式学习是否只要过程不要结果 | 45 |
| 6 探究式学习包含哪些要素 | 14 | 18 科学探究就是动手做实验吗 ... | 47 |
| 7 探究式学习有什么特征 | 16 | 19 探究式学习与接受式学习各有什么优缺点 | 51 |
| 8 探究式学习是怎样提出和发展起来的 | 18 | 20 为什么说探究式学习不能取代接受式学习 | 54 |
| 9 探究式学习具有怎样的教育功能 | 22 | 21 如何正确看待探究式学习的效率 | 57 |
| 10 探究式学习的基本精神是什么 | 25 | 22 如何看待探究式学习对考试成绩的影响 | 59 |
| 11 科学课程为什么要倡导探究式学习 | 28 | | |
| 12 科学探究的目标是什么 | 30 | | |

● 探究式学习的类型

- | | | | |
|---------------------|----|--------------------|----|
| 23 探究式学习有哪些类型 | 61 | 25 什么叫做演绎式探究 | 67 |
| 24 什么叫做归纳式探究 | 65 | 26 什么叫做定向探究 | 70 |



27	什么叫做自由探究	72	28	什么叫做“探究的探究”	75
----	----------------	----	----	-------------------	----

●探究式学习的原则

29	怎样理解探究式学习的自主性 原则	79	31	怎样理解探究式学习的灵活性 原则	84
30	怎样理解探究式学习的多样性 原则	82	32	怎样理解探究式学习的适应性 原则	88

●提出问题要素

33	什么叫做问题	90	38	教师的问题怎样才能引起学生的 关注	102
34	问题在科学探究中的作用是什么	93	39	提出问题一定发生在探究的起始 阶段吗	105
35	中国的学生不具有提问题的能 力吗	96	40	教师如何引发学生的问题 ...	109
36	提出问题有哪几个层次	98	41	教师如何处理学生提出的问题	112
37	怎样的问题是好的探究性问题	100	42	怎样对问题进行转化	114

●建立假说要素

43	假说在科学发展中有怎样的作用	116	49	为什么说人类探索自然规律都是 解决黑箱问题	130
44	为什么说假说是人类基本的思维 方式	118	50	假说在探究式学习中是不可缺少 的吗	132
45	假说对学生学习科学有什么意义	120	51	学生提出的假说都必须用实验检 验吗	135
46	建立假说有哪些常用的方法	123	52	怎样对待错误的假说	138
47	建立假说有什么要求	126	53	什么是“假说—检验”教学模式	140
48	建立假说有哪几个层次	128			



- 54 怎样用“黑箱”进行假说思维的训练 143
- 55 命制“建立假说”试题时应注意什么问题 147

● 获取证据要素

- 56 获取证据在探究式学习中何以如此重要 149
- 57 获取证据的主要手段是什么 153
- 58 科学观察有什么要求 157
- 59 实验设计有什么要求 160
- 60 考察调查有什么要求 163
- 61 探究性实验有哪几个层次 ... 165
- 62 什么叫做控制变量法 167
- 63 什么叫做模拟实验 170
- 64 模拟实验具有哪些特点 173
- 65 验证性实验不具有探究性吗 176
- 66 证伪实验在探究式学习中的意义何在 179
- 67 获取证据有哪些教学策略 ... 182

● 交流表达要素

- 68 交流表达在探究式学习中有什么意义 185
- 69 为什么倾听在探究式学习中如此重要 187
- 70 教师的倾听有哪些要求 ... 190
- 71 学生在探究式学习中的合作有哪些方式 191

● 教学实施

- 72 课堂教学实施探究式学习的一般模式是什么 194
- 73 什么是5E循环教学模式 ... 197
- 74 什么是萨其曼的探究训练模式 199
- 75 什么是兰·本达的“探究—研讨”模式 201
- 76 什么是施瓦布的生物科学探究模式 203
- 77 设计探究式学习应采取怎样的策略 204
- 78 创设探究式学习的情境有什么要求 207
- 79 探究必须在重点和难点内容上展开吗 209
- 80 探究式学习是不是越开放越好 212
- 81 如何用探究式学习促成概念的



转化	214	些误区	230
82 能否将探究的思想渗透到接受式 学习中	217	87 科学探究纸笔测试有哪些命题角 度	233
83 讲授教学如何体现探究精神	220	88 科学探究类试题存在哪些问题	236
84 技能训练与科学探究无缘吗	224	89 怎样将习题教学与探究实验结合 起来	240
85 信息技术对探究式学习有哪些作 用	227	90 怎样节约课内探究的时间 ...	243
86 探究式学习应用信息技术存在哪 些误区	230	91 判别课堂科学探究有哪些指标	245

●课外探究

92 课外探究在科学学习中有什么作 用	248	95 开发课外探究有哪些途径 ...	255
93 课外探究具有哪些特点	251	96 哪些探究活动适宜在课外进行	259
94 课外探究的主要形式有哪些	253		

●探究式学习中的教师

97 教师在探究式学习中应当关注 什么	261	99 探究式学习中教师作为学习者的 意义何在	267
98 教师实施探究式学习应具备哪些 知识	264	100 教师怎样才能成为一个探究者	271



1

什么叫做科学探究

探究是新一轮基础教育课程改革的一大亮点,科学课程中所指的探究即为科学探究。那么,什么叫做科学探究?它包含哪些内容呢?

关于科学探究的含义,不同的文献中有不同的表述。美国《国家科学教育标准》这样阐述它的意义:“科学探究指的是科学家用以研究自然界并基于对此种研究获得的证据提出种种解释的多种不同活动。科学探究也指学生们用以获取知识、领悟科学的思想观念、领悟科学家们研究自然界所用方法而进行的各种活动。”这里,前一句话讲的科学探究指的是科学家的探究或称学术意义的科学探究,后一句话讲的科学探究指的是学生的探究或称课程意义的科学探究。

在上述关于科学探究含义的表述中,所谓“多种不同途径”和“各种活动”究竟指的是什么呢?请看科学史上探究的典型实例——海王星的发现。

人类对海王星的探索要追溯到对天王星摄动现象的观察。太阳系第7颗行星天王星是在1781年被确认的。1820年,法国天文学家布瓦德搜集了有关天王星的观测资料,根据万有引力定律算出天王星的轨道,发现计算值与1781年以后的观测值相差很大。这一事实引起了布瓦德及许多天文学家极大的困惑和兴趣。开始,他们都怀疑以往观测记录的可靠性,但是,就当时的观测技术水平来说,这种偏差已远远超出了观测可能产生的误差范围。因此,他们断定问题不是出自观测,应该在理论计算上找原因。

人们很自然地提出一个问题:同样是以万有引力定律为依据进行的计算,为什么对别的行星能够准确地预测出运动位置,而唯独运用到天王星时,理论计算就失误了呢?有人设想是不是因为天王星离太阳最远(根据当时所知),万有引力定律对它就不再适用了?万有引力定律是否需要修正?然而,当时绝大多数天文学家仍然坚信,经过100多年实践考验的万有引力定律是正确的,依靠万有引力定律可以弄清天王星运动“不规则性”的原因。为此,布瓦德提出可能是有某种未知的力量作用于天王星,使它的轨道发生了变化。

那么,究竟是什么未知的力量呢?当时提出的有这么几种假说:①“灾变说”。认为在1781年后,曾有彗星撞击天王星,于是使它改变了轨道;②“未知卫星说”。认为天王星有一颗尚未发现的卫星影响着天王星的轨道运动;③“未知行星说”。认为在太阳系中有一颗比天王星更远的行星,它的引力作用使天王星



的轨道发生偏离,即摄动。

对于“灾变说”,因为人们并未在那一时期观测到彗星经过天王星,而且根据这一假定进行计算,误差极大,故被否定。对于“未知卫星说”,因为若真的有这样的一颗卫星,其质量和体积之大应足以用望远镜观测到,故也被否定。于是,在19世纪30年代后期,“未知行星说”为绝大多数的天文学家所接受,成为一个公认的科学假说。

接下来的工作就是通过计算去预言未知行星的位置。当时,有两位青年天文学家——英国的亚当斯和法国的勒威耶在进行这项工作,显示了坚强的毅力和卓越的才华。他们各自独立地算出了新行星的质量和运动轨道。

由于问题复杂,因素繁多,因此必须做出科学的假设使问题得到合理的简化,否则将无法建立和求解方程。亚当斯和勒威耶在运算时,第一步假设未知行星的轨道是圆形,且到太阳的距离是天王星到太阳距离的2倍。将计算结果与观测数据作比较,发现相差不大。第二步假设将圆形轨道改为具有某一离心率的椭圆形轨道,再进行比较,发现相差更小,然后再做出第三、四步假设,逐次修正假设,终于确认出新行星的各个参数。

亚当斯先后在1845年10月21日和1846年9月2日向剑桥天文台和格林尼治天文台报告了自己的计算结果,但都没有受到重视。勒威耶于1846年9月18日写信给柏林天文台的加勒,报告了自己的研究成果。加勒于9月23日收到信后,当晚就进行观测,结果在偏离预言位置不到 1° 处发现了一颗未知的行星。这就是人们所要寻找的那颗行星。根据勒威耶的建议,这颗行星被命名为海王星。

由上述案例可见,科学探究的途径并不是单一的,所包含的内容也是十分丰富的。正如美国《国家科学教育标准》所诠释的:“探究是一种有多侧面的活动。需要做观察;需要提出问题;需要查阅书刊及其他信息源以便弄清楚什么情况已经是为人所知的东西;需要运用各种手段来搜集、分析和解读数据;需要提出答案、解释和预测;需要把研究成果告之于人。探究需要提出明确假设,需要运用判断思维和逻辑思维,需要考虑可能的其他解释。”

在科学课程中,学生的探究是指让学生去模拟科学家的工作过程,按照一定的思维方式去获取知识和解决问题的过程。所以,如上关于科学探究内容的表述,无论是对科学家的探究,还是对学生的探究,都是适用的。

科学探究包含内容的丰富性启示我们,科学探究并非只是动手做实验。如果把科学探究的外延窄化,在认识上是错误的,在实践上也是有害的。



2

怎样理解科学探究式学习的含义

科学探究式学习是学习科学的一种重要方式,关于它的意义,有一个比较公认的表述:所谓科学探究式学习,是指学生在教师指导下,以类似科学家探究的方式所开展的学习活动。人们比较认同这种表述是因为这种表述揭示了探究式学习的三个要点:

(1) 在教师的指导下——探究的条件。

探究是孩子的天性,孩子从小就开始了他们的探究活动。凡是观察过新生儿的人都知道,孩子出生之后就一直在使用试误的方法认识世界。你会经常看到,一个孩子从地上爬到沙发上,又从沙发上滑下来。如此单调乏味的事情,孩子能够重复许多遍,这使成人们感到十分费解。其实,孩子玩耍的过程是一个探究的过程。他们也许在尝试,这次滑下来,能够坐着,下次滑下来是否也能坐着呢?这次滑到这个位置,下次是否也是滑到这个位置?我们也常常看到,一个孩子在月夜行走时,发现月亮会跟着他走。他会改变自己行走的方向,并仰望天空。这时他在探究一个问题:我朝别的方向走,月亮还会跟着我走吗?月亮为什么老是跟着我走呢?如果有两个人朝不同的方向走,月亮究竟会跟着谁走呢?

但是,所有这些都只是孩子在好奇心的驱使下进行的自发、盲目、低效的探究。而学生在科学学习中的探究是一种有明确的目的和严格的要求,按一定的规范进行的科学认知活动。学生探究活动过程所涉及的观察、思考、推理、猜想、实验等活动往往难以独自完成,需要教师的指导和帮助。所以,我们倡导探究式学习,把学习的权利让给了学生,让学生自主地探索新知,并不是让教师充当一个清闲的旁观者。在探究式学习中,教师从以往简单的说教中摆脱出来,他们并非只是告知学生“是什么”,而是指导学生“怎么做”。角色的转变并没有减轻教师的工作量,在学生学习的过程中,教师要细心地观察学生行为,随时捕捉来自学生的信息,分析学生的困难所在。还要组织学生的活动,制定活动的规则,协调学生之间的关系等。

(2) 类似科学家探究的方式——探究的方式。

类似并不是等同。在探究式学习中,学生往往模拟科学家采用的探究程序和方法,通过提出和解决与他们生活经历紧密联系的各种科学问题,积极地参与知识的获得过程中去。科学家的探究通常经历了漫长的过程和无数次失



败,课堂教学由于时空的限制,学生不可能这样做,也没有必要这样做。教师在教学中,应当根据学生探究的内容和学生认知的特点,以及课堂学习时空的限制,对科学家的探究过程重新进行整合和简约化处理,对学生的探究活动进行合理的设计。

得出(3) 获得科学素养——探究的目的。

科学教育的根本目的是提高学生的科学素养。国外有文献将科学素养划分为六大范畴:

- ◆ 概念性知识——构成科学的主要概念、概念体系或观念。
- ◆ 科学的理智——科学研究的方法论。
- ◆ 科学的伦理——科学所具有的价值标准,即科学研究中科学的行为规范,又称科学态度或科学精神。
- ◆ 科学与人文——科学与哲学、文学、艺术、宗教等文化要素的关系。
- ◆ 科学与社会——科学与政治、经济、产业等社会诸方面的关系。
- ◆ 科学与技术——科学与技术之间的关系及差异。

也有人将科学素养粗略地分为科学知识、科学技能和科学情感。无论是哪一种划分方法,都给我们一个重要的提示:科学探究的目标是多方面的。我们一方面反对接受式学习,将追求科学概念性的知识为唯一目标的做法,另一方面也反对实施科学探究式学习不要概念性知识的做法。当然,对不同的学习课题,科学素养所涉及的几个方面并不是平权的,而是有所侧重的。有些课题的探究可能侧重于知识与技能,有些课题的探究可能侧重于过程与方法,有些课题的探究可能侧重于情感、态度与价值观。同样,对不同的年龄段,科学素养所涉及的方面也不是平权的。一般来说,对低年级的学生(如小学生)应当更多地关注科学情感的培养,而对高年级的学生则应当更多地关注科学知识的形成和科学技能的训练。



3

为什么说科学的本质是探究

科学是什么？它是怎样发生的？又是怎样发展起来的？每一个从事科学教育的人都必须对这些问题有一个正确的认识。只有建立正确的科学观，才能建立正确的科学教育观。

科学的成果通常用概念、规律、理论学说来表达，在任何一本科学教科书中都会出现大量的科学概念、术语、公式和定律。传统的科学课程主要甚至是全部的内容都是由明确无疑的结论式陈述构成的，如“磁体具有指南磁性”、“地球本身也是一个巨大的磁体，地磁的北极在地理南极附近，地磁的南极在地理北极附近”。这种结论式的陈述可以使课程内容显得简明扼要，使篇幅有限的科学教科书容纳尽可能多的科学知识，也使课程呈现的科学知识完整而系统。但是，科学课程的这种结论式的陈述容易使教师和学生科学造成如下两种错误的印象：①科学是不可改变的概念、规律、理论学说和事实的堆砌；②科学是已经形成了的完整体系。

基于如上印象，教师往往把科学教育的过程看作是将书本中的科学知识拷贝到学习者大脑的过程。学生通常不去追究这些理论究竟是如何产生和发展的，也不去怀疑它为什么是这样、为什么是正确的，因为它是科学。这种将科学神圣化、教条化的科学观，违背了科学的本质，与科学的精神格格不入。

从科学发展的历史看，科学不仅仅是对所观察到的事实的陈述，还是慢慢地、探究性地从原始材料中提炼出来的知识体系。这些原始材料源于有计划的观察和实验，而这些计划则是根据所提出的问题设计的。科学家和常人一样，也会犯错误，很多探索活动其实都是对错误的修正。

科学的任务是要透过事物的现象认识事物的本质，但是，自然现象是错综复杂的，现象对本质的反映也不是直接的、明显的和全面的，经常是间接的，从特定的方面来表现事物的本质。所以，人对自然规律的认识既受到客观条件的限制，也受到人认识水平的限制。虽然科学规律都已接受了实践的检验，但实践也是社会历史的实践，它对科学学说的检验，也只能在它所处的时代条件下进行，因此，这种检验的正确度会受到当时条件的限制。这就是说，具体的实践对具体的理论的检验是相对的，这种检验蕴含着不完全性和不彻底性。由于实践和科学认识都是发展的，所以，实践对科学学说的检验也是一个历史过程，有一个检验、再检验的过程，不是一次完成和一劳永逸的。而且，所谓事物的本质是有层次的，正如列宁所说：“人的思想由现象到本质，由所谓的初级本质到二级



本质,这样不断地加深下去,以至于无穷。”科学作为知识,所追求的是确定性,它总是试图寻找解释各种自然现象确定的答案,并用确定的方式表达科学理论。但科学从其创新和发展的本质看,它却具有不确定性的特征。科学是一个不断探究和创新的过程,它是在不断地进化和发展的,科学永远不会有终点。所以,科学教育不但要求学生科学理论怀有一种崇敬的心情,而且需要培养学生对科学结论的怀疑态度和批判精神。

人类探索自然的规律实质上是一个解决黑箱问题的过程,因为自然规律并不是我们能够直接看到的,自然界也不会主动告诉我们自己有什么规律。我们所能看到的只是一些自然现象,人类所发现的自然规律都是对自然现象所做的一种解释。科学是一个开放的系统。科学知识具有相对的稳定性并在不断地发展和进步,它是相对真理,不是绝对真理,只能在一定的条件与范围内适用,有待进一步发展。科学的发展过程就是一个不断地建立假说和修正假说的过程,科学的本质并不是证实真理,而是发现以前真理的错误,不断地更新真理。例如,人类每天看到太阳东升西落,而丝毫没有感觉到自己的运动。为了解释天体运动的现象,古希腊学者托勒密在他的著作《天文学大成》中构建了地心宇宙体系,提出了“地心说”。“地心说”符合人们的日常经验,又满足了人类的自尊心——万物皆围着我。由于“地心说”与《圣经》中说的上帝把人类安置在宇宙的中心的说法相吻合,所以得到了教会的保护。后来人们发现,有一系列天文现象用“地心说”无法进行解释。于是,波兰天文学家哥白尼经过36年之久的研究,建构了以太阳为中心,地球和其他行星围绕太阳做圆周运动的“日心说”体系。由于“日心说”能够很好地解释“地心说”所无法解释的现象,而且看上去比较简单,虽然“日心说”触犯了教会,在相当长的时间内被教会打入冷宫,但人们最终还是放弃了“地心说”而接受了“日心说”。用爱因斯坦的话来说,自然界好像是一个永远都打不开盖子的钟表,人类探索自然规律,就好像要了解这个钟表的内部结构。我们可以看到钟表走动的指针,听到它的滴嗒声,我们可以画出一幅钟表的结构图,来解释所观察到的一切现象。但是,因为我们永远都无法打开钟表的盖进行对照,所以,永远无法肯定所画的图是否准确无误。科学发展的过程就是不断地修改自然界构图,使之更简单、更准确、更完美的过程。可见,科学是人们对自然规律的认识,它必须接受实践的检验,并通过科学探究而不断发展。探究和发展是科学的本质,我们倡导探究式学习,可以使学生对科学探究过程获得深刻的理解和体验,从而使学生深刻地认识科学的本质。



4

学生的探究与科学家的探究有哪些相同点

探究式学习是学生在教师的指导下,以类似于科学家的探究方式进行的学习。为什么可以将科学探究作为一种学习的方式?这是因为学生在科学学习中的探究与科学家在科学工作中的探究存在许多相同之处。为了说明这个道理,我们来比较两个典型事例,这两个事例引自美国国家研究理事会编著的《科学探究与国家科学教育标准——学与教的指南》一书。

案例 1 科学家的探究

一位地质学家在绘制华盛顿州的海岸矿产图时,惊讶地发现一片死亡的西洋杉树林,“是什么导致了树林的大面积死亡呢?”

他仔细地考虑自己所知道的有关地震、地壳板块边界及海岸线塌陷等方面的知识,以寻求可能的解释。他提出了一连串问题:“这些树是同时死亡的吗?”“这与附近的火山活动或生物学上的某种枯萎病有关吗?”“既然发生在沿海地带,是否与海水有关?”

为了解决第一个问题,地质学家使用了碳-14 放射性探测法测量这些树的最外层年轮形成的时间,发现它们都死于 300 年前。至于树木死亡的原因,在绘图的过程中找不到这些地区广为存在火山沉积物的证据,更为重要的是这些树木没有被烧焦,仍直立着,经仔细检查也没有发现曾发生过虫害的迹象。

地质学家开始考虑,可能是海水毁灭了这些树木。他回想起,1964 年发生了较大的潜没地震,由于大部分处于太平洋下的一个地壳板块滑到了北美地壳板块的下面,而阿拉斯加州正处于北美地壳板块,结果其海岸大部分下沉到了海平面以下。使阿拉斯加州数平方千米的海岸森林浸没在海水中,毁掉了。地质学家知道,在华盛顿州和俄勒冈州海岸地带也存在类似的潜没带,正是它促使了喀斯特火山的形成。他想知道,是否 300 年前发生了一次地震,使得华盛顿州和俄勒冈州的大部分海岸下陷,从而导致这些地方的树木被海水淹死呢?

为了验证这种解释是否正确,他搜集了很多的数据。他仔细检查了这片地区的沉积物。在从死亡之树林流向内陆的河流的河床里,他找到了保存完好的沉积物区域,在这里的泥土下面发现了一层沙子——它完全不像沙层上面和下面的那些土壤,那些土壤黑黑的,富含黏土。他纳闷,“这些沙子来自哪里呢?”

地质学家知道,潜没带地震常会产生地震海啸,他想,这层沙可能是海啸期



间冲刷过来的岩石海岸边的沙子。果真如此的话,这会是一次较大海岸地震的有力证据。沙层中发现的化石表明:这些沙来自于海洋,而不是从内陆冲刷而来的沙子。这有力地支持了地震海啸假说。

地质学家在几种科学期刊上发表了几篇文章,提出了假说:他在海岸边发现了死亡的树林和沙层,这有力地证明了这儿曾发生过一次较大地震,时间大约在300年前,刚好在欧洲殖民者到达该地区之前。

几年后,一位日本的地震学家证实:1900年1月17日,在太平洋边缘某处,发生过一次较大地震,但这次地震的震源还处在争议之中。历史记录排除了在太平洋周围众所周知的震源带发生很大地震的可能性。得知地质学家在太平洋西北部发现死亡森林,那位地震学家提出:这次海啸起因于一次大潜没地震,这个潜没带位于现在的俄勒冈州和华盛顿州下面。

地质学家现在有了更多证据支持自己的解释,即那沙子是一次伴随地震而来的海啸的结果。进一步检查海岸沉积物,他又发现了一些更多、更古老的死亡树林和沙层。他现在认为:像他最初证明的那次地震一样,在过去千余年间,发生过多次海啸和地震,一直在反复撞击太平洋西北海岸,就像这些大地震也在撞击位于日本、菲律宾、阿拉斯加及南美洲西海岸大部分地区下面的其他潜没带一样。地震引起海岸下沉,树木浸泡在海水中,于是死亡了。

科学研究有时能影响到政府的政策,这位地质学家的发现也影响到了政府的政策。政府官员详细研究了她的调查结论,对地震有了更深的理解,在此基础上重新修订了华盛顿州和俄勒冈州的建筑法,把对新建筑物抗震力的设计要求提高了50%。

案例2 学生的探究

格瑞哈姆女士在五年级任教。秋天,学生们休假一天后返回学校,她班上有几个学生很兴奋,他们将老师拉到窗前,指着外面说:“操场上那几棵树怎么啦?我们发现它们有些变化。”格瑞哈姆女士不明白学生的意思,于是说道:“告诉你们的意思是什么?”

学生们指着并排长着的三棵树,一棵树的叶子掉光了;中间那棵树的叶子颜色参差不齐,但主要是黄色;第三棵树的叶子茂密苍翠。学生们问道:“为什么这三棵树会有这么大的不同呢?它们过去看上去不都是一样的吗?”格瑞哈姆女士也无法回答他们。

格瑞哈姆女士知道,按课程计划,她的班级要到这一学年后期才开始学习植物,不过她认为这正是他们去调查植物生长情况的好机会,由于问题是学生