

SCIENCE IS.....

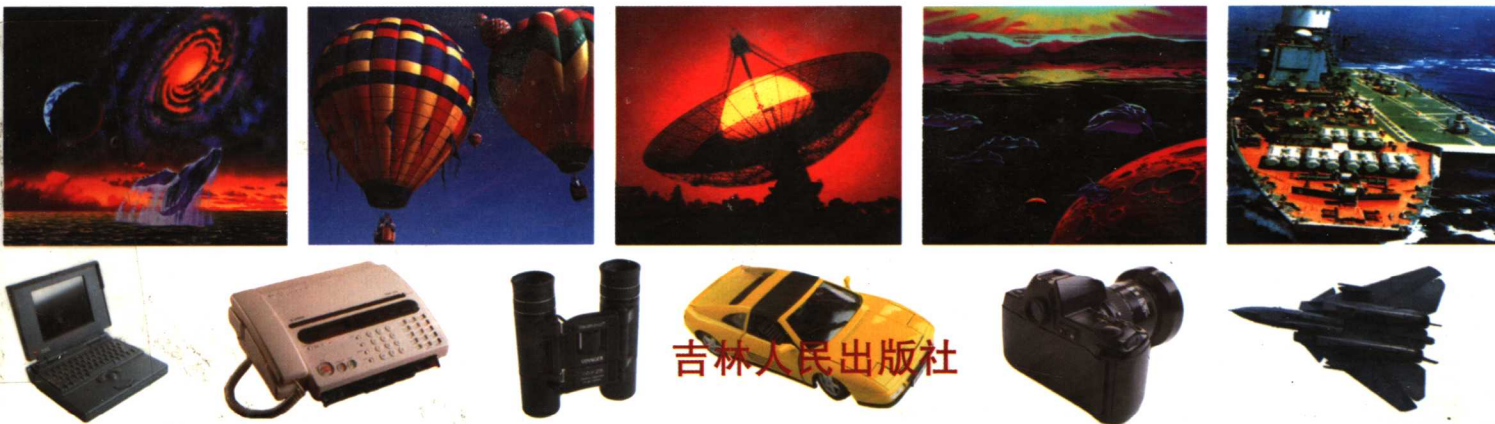
[加拿大]苏珊 V. 博萨克 主编
李志刚 译

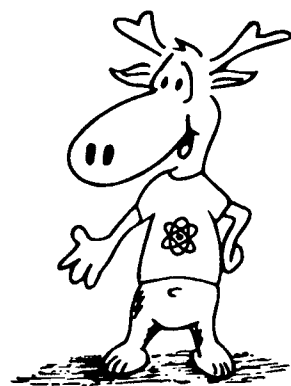
科学是.....

畅销书 增补本

A source book of fascinating
facts, projects and activities

一本集科学原理、制作方案和研究活动于一体的妙趣横生的工具书。





科学是……

[加拿大] 苏珊 V. 博萨克 主编
道格拉斯 A. 博萨克
布赖恩 A. 普帕 编
李志刚 译



吉林人民出版社

(吉)新登字 01 号

Original text by Susan V. Bosak, copyright © 1991.

Published by arrangement with Scholastic Canada Ltd. and The Communication Project.

吉林省版权局著作权合同登记

图字 07—1999—325

科学是……

主 编	[加拿大]苏珊 V. 博萨克
责任编辑	谷艳秋
封面设计	翁立涛
责任校对	白 修
责任排版	彭小平

出 版 者	吉林人民出版社
	(长春市人民大街 124 号 邮编 130021)
发 行 者	吉林人民出版社
制 版	吉林人民出版社激光照排中心 0431—5637018
印 刷 者	长春市东新印刷厂

开 本	880×1230 1/16
印 张	30.25
字 数	650 千字
版 次	1999 年 12 月第 1 版
印 次	1999 年 12 月第 1 次印刷
印 数	1—6 500 册

标准书号	ISBN 7-206-03342-3/G·902
定 价	58.00 元

如图书有印装质量问题,请与承印工厂联系。

目 录

使用说明.....	2
简易活动.....	17
复杂活动.....	137
举一反三.....	315

	简易活动	复杂活动	举一反三
 探索科学	19	139	317
 物质和能	43	153	327
 人 类	65	179	335
 环 境	77	197	345
 岩 石	85	219	383
 植 物	89	239	393
 动 物	95	255	407
 天 气	107	271	425
 天 体	115	283	445
 应用科学	127	293	463

科学是……

新生婴儿呱呱坠地，伸出小手要探索这个神奇的世界。

生命中的每一天，都在为这最初的一刻而庆贺。

每一天你我都在探寻、思索着周围的一切。

我们是人类，我们是思考者。

乔·阿布路斯卡托

Joe Abruscato



一个问题的产生通常要比它的结论的得出更为重要。因为结论只不过需要些数学或实验方面的技巧。而提出新的问题，新的可能性或从新的角度来分析一个老问题，则需要带有创造性的想象力。只有这样才会使科学真正地前进。

阿尔伯特·爱因斯坦

Albert Einstein



如果人们不能完成从已知迈向未知这一过程，他（她）们便会一无所获。

克劳德·伯纳德

Claude Bernard

我觉得自己不过像一个在海滩玩耍的小孩。为时而拾到一片比平常更为晶莹的卵石，时而拾到一片更为绚丽的贝壳而欢欣雀跃，而对于我面前的浩瀚的真理的海洋，却茫然无知。

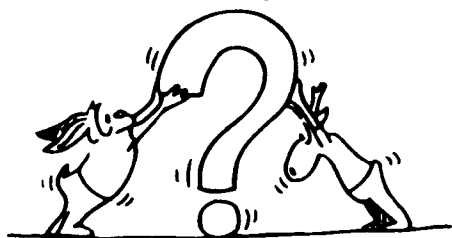
艾萨克·牛顿

Isaac Newton

科学不是用来死记硬背的一个个现成的事实或一条条定理定律；科学研究是使我们放眼看世界并提出问题的一种方法。

F·詹姆斯·卢瑟福

F·James Rutherford



如果科学是一个大家普遍都感兴趣并且关心的话题——在学校里，出版物上，饭桌旁，人们能经常地对它带来的乐趣及它的社会意义进行令人满意的讨论——那么我们早就有希望更好地了解世界的真实面目，且更好地完善世界，完善人类自己。

卡尔·萨根

Carl Sagan

《科学是……》是一本能够帮助你去探索周围神奇世界的综合图书，书里面收集了大量的需要亲自动手去做的实践活动和实验。

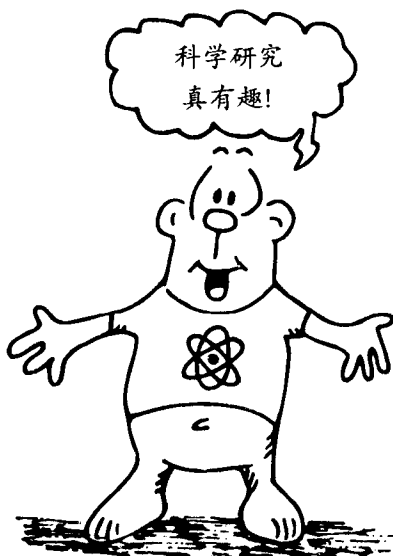
在过去的八年里，我知道道格拉斯 A. 博萨克 (Douglas A. Bosak)、布赖恩 A. 普帕 (Brian A. Pappa) 曾仔细查阅过众多科学文献中的数百种。这些科学文献多得惊人。对于那些想指导孩子进行科学实践而又没有把握的人来说，更是让其为难。参加过我的科学研讨会的许多家长和教师曾经问我应该从何入手，进行科研活动。于是《科学是……》一书便应运而生。

《科学是……》可以作为一本入门教材。书中包括许多有趣的活动，效果很好。为了使家长和教师能够更加方便地回答孩子们提出来的问题，本书在设计上简明易懂。同时书中的设计也有利于激发孩子们提出问题。

教师和家长们一方面一直在寻找激起儿童好奇心的方法，另一方面又在为满足儿童的好奇心而努力地指导他们。我所谈的“好奇心”不只是想去感知的冲动，而是要去真正理解的强烈愿望。科学研究的目的就是要了解这个世界和我们自己。科学研究中的好奇心是指能够转变成追求真知的好奇心。

科学研究同时可以给人们带来乐趣。这也是我们在编写《科学是……》一书时努力追求的目标。罗伯特·弗罗斯特 (Robert Frost) 说过，一首诗应该始于欢乐终于智慧。这句话对包括严谨的科学在内的其它创造性思维同样适用。“始于欢乐”，有趣的科学活动充满了吸引力，让人留恋忘返。“终于智慧”，科学活动也会起到教育的作用。

儿童是为了成为二十一世纪高效、多产的合格公民，而在发展生活必需的科学认知能力吗？



无论是男女老少，住在城市还是乡村，从事脑力劳动还是体力劳动，科学研究对每个人来说都很重要。正是因为有了科学，我们才发展到今天。科学研究创造了我们享受的舒适，也提出了我们必须解决的问题。明智地使用科研成果能够把世界变得更加美好，而胡乱地利用它们将会导致全球性的灾难。

学习科学要进行智力训练。与其他许多事物一样，人们在幼年时期就必须接受智力训练。如果儿童没有学会科学的、系统的思考方法，那么他们长大后就会盲目地接受别人的观点，把科学和迷信混为一谈，轻信武断的决定而不是相信成熟的见解。

与语言、艺术、数学和社会学相比，人们对科学研究的重视程度较低。在许多小学，与科学研究相关的学习时间每周只有几个小时。在本世纪 60 年代和 70 年代初，科学研究曾一度受到重视，但在那之后公众对科学研究的幻想破灭了，学生对科研的兴趣降低了，人们对与科研相关学科课程发展的支持也明显减少了。今天，调查感叹科学教育的不足，社会发展对熟练科技人才的需求，计算机的日益普及和严重的全球性的环境问题，使人们看到了社会重新对科学研究产生兴趣的希望。



提高“科学认知能力”意味着鼓励更多的儿童从事科研事业吗?在某种程度上说是这样的。现在,科研及其应用比以往任何时候发展得都要快。我们需要更多的科学家、技术人员和工程师在未来的复杂世界中发挥作用。

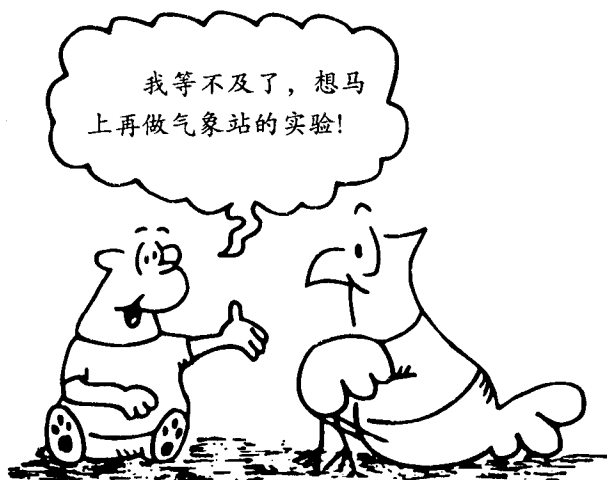
更为重要的是,对科学的认知能力要求我们认识到科学研究并不只是由专家们来为我们做的,而是要求我们去亲自实践。科学读物中的理论知识与真正理解之间是脱节的。没有人们的理解和热心钻研,这些知识只是潜在的,而不是真正被掌握的人类知识。为了能够跟上社会发展的步伐,每个人都应该具备相应的科学知识。这虽不意味着让你去懂得原子物理学,但确实意味着你得读懂《科学的美国人》一书。科学的认知能力也包括能够运用基本的科学技巧做出明智的决定。在科技发达的社会里,科学的决策推动着生活的进步。我们应建更多的原子能工厂吗?哪些疾病的研究应获得科研基金?应该控制世界人口吗?怎样看待试管婴儿和代理妈妈?

对科学的认知可以从一本介绍科研活动的书开始。科学活动能够使儿童获得一种可以控制不断变化的,充满问题的世界的感觉。首先,这些活动为儿童提供了一个学做具体事情,从而改善世界的机会。例如:有关环境的活动使孩子们知道他们可以马上采取哪些行动来保护环境。其次,科学活动能够让儿童亲自体验哪些办法行得通,哪些行不通。例如:儿童可以直接比较水和醋在植物生长过程中起到的作用。第三,科学研究可以帮助人们理解事物,消除恐惧和疑惑。例如:飞机上升时耳朵有发胀的感觉会使你感到惊慌。当你明白了为什么会出现这种情况并知道如何缓解压力的时候,就会好多了。第四,科研活动能够让你更加深刻地认识到这个世界确实十分奇妙。例如:为什么割了手指会感到疼痛,而割到指甲时不会感到疼?最后,科学活动通过鼓励积极参与和培养个人责任感来平衡儿童在依赖电视这一年龄阶段所形成的被动观察。

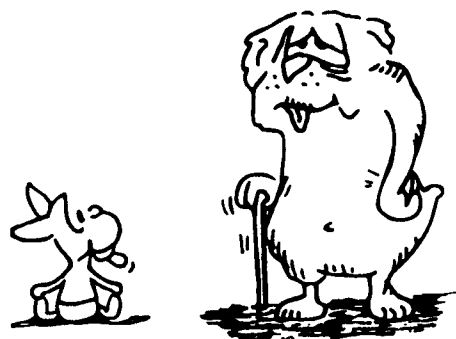
科学研究是对世间奇迹的探索,这一点儿童们认识得最深刻。每个孩子都可以被看做是一位科学家。

孩子们想弄懂所有的事情。一旦他们找到了一位知晓一切的人——通常是父母或老师——他们便源源不断地提出问题。想要了解事物如何发展变化以及这个世界的存在方式是一件正常的事情。在最基本的层次上,科学讲的就是这个。科学家只不过是一些专业人员。他们所从事的研究,孩子们都能够自然地做出来。科学家的内心活动实际上与孩子们的一样。儿童实际上就是小科学家。

令人遗憾的是,从充满兴奋与好奇的幼年时代到高中毕业,孩子们发生了变化。他们的好奇心被抹杀了。例如:多数学生升入高中时,认为化学和物理不适合他们学习。他们听说这些学科难到了几乎无法理解的程度,并相信了这些话,而当你向五年级的学生提及化学和物理时,虽然他们并不十分理解,但脸上却会露出笑容。对小学生来说,这些词代表着特殊的、令人兴奋的东西。编纂《科学是……》一书的目的就是为了鼓励这些儿童。



《科学是……》一书的读者不受年龄限制，原本缺少科学训练可能反而成为优点。



《科学是……》一书中的活动适合 6 至 14 岁的少年儿童使用。但本书又是一本老少皆宜的读物。本书的设计能够使成年人和儿童共同学习、发现和探索。我已经发现成人可以从本书中获得与孩子一样多的知识。我知道我从在工作中接触到的孩子身上学到了许多东西。在研究和编写《科学是……》一书时，他们也使我获益匪浅。每当我翻开此书的时候，总是能够发现或重新发现一些有趣的东西。

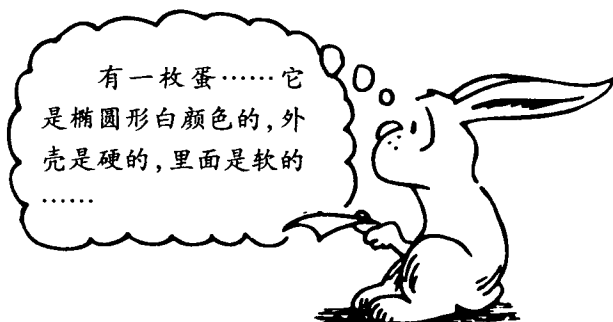
研究表明，家长和小学教师（与高中教师相反）在使儿童对科学研究产生兴趣这一点上获得了巨大的成功。或许他们自身对传统科学学习的缺乏，他们自身的疑问和好奇心以及他们敢于承认自己专业知识的缺乏，使他们在指导儿童进行科学实践的过程中占据了优势。这也与他们鼓励儿童与他人分享想法和经验有关。

研究科学不需要正规的试验室或昂贵的进口材料。

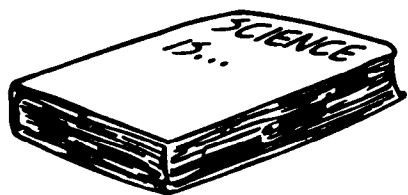
对儿童来说，这个世界就是一个实验室。人行道是进行一次小型自然徒步旅行的绝妙地方。他们可以在教室的水槽里做有关水的实验，把窗台变成温室或观测天气和空气污染的地方。他们可以用厨房的一个角落来培植霉菌和酵母。

《科学是……》一书中所用到的材料都不贵，而且都很容易就能找到。其中一些材料需要你光顾一下五金或园艺商店，但大多数材料在家里就可以找得到。

有效使用《科学是……》的一种方法是制作一个用来装科研材料的箱子。带着这个工具箱和这本书，你就可以随时随地地进行科研活动了。工具箱内应装有在《科学是……》一书的许多活动里都需要的简单材料，如塑料袋或容器、放大镜、纸、铅笔、蜡笔、剪刀、吸管、镜子、绳子、雪糕棍、松紧带、球、硬币、水杯等。



《科学是……》一书是为反映您在生活中的时间压力而组织的。



时不我待，我们都受时间的限制。这是《科学是……》一书以时间为基础分为三个主要部分的原因。

简易活动是一些短小的活动。这些活动很少或不需要任何材料。许多这类活动可以在很短的时间内完成。简易活动通常就某一主题范围介绍一些基本概念。



复杂活动需要一定计划和一些简单的材料,完成这种活动至少需要半个小时。复杂活动经常深入地解决重要主题范围内的一些概念。

某一特定主题范围内的“举一反三”活动是相辅相成的。这些活动突出此主题范围的一个中心或最终完成一项完整的工程(如:一个气象站)。如果愿意的话,你可以独立完成这些活动。“举一反三”活动需要一定计划和一些简单的材料。

《科学是……》被设计成一本有趣易懂的书——它从书架上跳下来,喊道:“用我吧!”

编写《科学是……》的意图是使它成为一本令读者通过快速翻阅,就能够了解活动大意的引人入胜的书。这类书有一个缺点:儿童在没有获得整体概念,没有发展技巧,也没有理解活动背后的科学概念前,就会简单地从一个活动跳到下一个活动上去。而另一方面,许多教师对其它种类的科学书籍和成套的课程表示疑虑,因为他们担心这些书和教程的内容可能会太正式、古板,规定性太强。

我编写的《科学是……》一书为广大家长和教师们提供了最大限度的灵活性。此书的内容是描述性的,而不是规定性的。你可以把此书作为一本适合相应情况,用来提高科学实践能力的基础教材。由于孩子们的需要和兴趣不同,因此要因人而异,因材施教。

《科学是……》一书的活动范围从实物操作、书面猜迹、建筑工程到游戏、比赛和体育活动不等,其中有些活动需要合作完成。有些活动是竞赛,还有一些活动是向自我提出挑战。

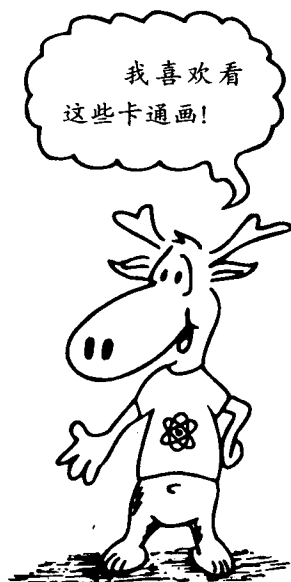
《科学是……》一书中,每页安排了一个活动。书的下角有一个符号,用来表示活动的主题范围。每个活动的开头都有两行导语,接下来是活动所需的材料清单和对活动步骤的详细描述。带阴影的方框里提供了活动的背景资料。

有关事实与趣闻的小短文遍布全书,里面的内容包括奇妙的事实和可以尝试的趣事。

《科学是……》一书囊括了科学研究的所有基本方面,本书被划分成 10 个主题范围和 40 个话题。

《科学是……》一书反映了一般看来适合 6 至 14 岁儿童学习的知识的主体。教师在注意课程内容的同时,更重要的一点是要把握什么才是真正的科学。仅仅为了完成教学任务,而“填鸭式”地将知识灌输给儿童,从长远意义上来说,是对儿童有害的。儿童科学认识能力的提高,并不在于学了多少,而是要看学习的方法。《科学是……》鼓励培养儿童对科学的洞察力,对概念的理解能力和高度的思维技巧。

《科学是……》中的 10 个人的主题范围能够帮助你了解本书的内容。第一个主题“探索科学”,介绍了科学的本质和科学研究方法中的基本要素(如:提问题,做假设或进行观察),活动中有许多谜语和具有挑战性的难题。“举一反三”系列由一组科学奥林匹克题组成。



啊,现在开始……刮风天的活动!

有关物质和能量的主题介绍了许多基本的科学概念(如:原子、重力和力)。这个主题涉及到物理和化学领域的一些知识。“举一反三”系列包含比任何魔术表演都更有趣的科学表演——因为你明白了这些“把戏”的秘密。

人类这一主题涉及生理学、心理学和社会学等方面的知识。“举一反三”系列则着眼于人类基本的视觉、听觉、触觉、嗅觉和味觉。

有关环境的主题是《科学是……》一书中占用篇幅最大的部分之一。此主题从简单环境意识的训练入手,接着是讲述生态系统的运作原理,最后以广博的“举一反三”系列结束。这一系列讲述了许多我们面临的环境问题,这个系列的一个重要特征是它包括有关价值观、判断和决策的各项活动。

岩石这一主题涉及地质学的知识,即对地球内部和外部的研究,简单的分类活动也被列在其中。“举一反三”系列讲的是岩石的采集,包括采集样本、测试和分析。

植物的主题运用了比岩石部分更进一步的分类技巧,这是因为对生物进行研究,难度更大。“举一反三”系列讲述了绿色植物、真菌和酵母的培植。

动物这一主题研究哺乳动物、鸟类、昆虫、鱼类、爬行动物和两栖动物。活动的范围从某类动物的特征和适应能力到对不同种类动物的对比。“举一反三”部分集中于对动物的观察。观察的办法是去它们的栖息地或让这些动物走近你(例如:去昆虫动物园)。

天气这一主题始于有关空气特性的活动,而后是有关雨、云和小气候的活动。“举一反三”部分讲的是如何建造和使用家用气象站。

有关天体的主题讲的是浩瀚宇宙中的地球。活动范围覆盖了天文学和占星术,包括有关月亮、太阳、恒星和其它行星的知识。“举一反三”部分是对占星的一个介绍。

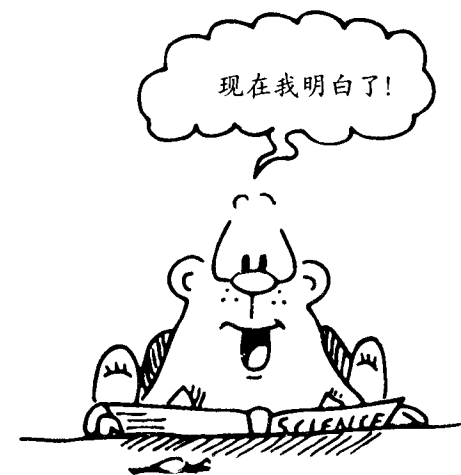
《科学是……》的最后一个主题应用科学,讲述的是工艺学和一些运用科学来为我们服务的方法。在这一主题里,本书前面介绍过的许多概念被应用到实际当中。“举一反三”部分集中研究飞行,也包括几种纸飞机和风筝的设计。

如果你要集中研究某个特定的主题,那么仔细查阅一下那个主题范围内的所有活动。如果你只是在查找有关某一主题的资料和事实,可以挨页翻看带阴影的方框中的内容。总之,每页的内容都是在前些页内容的基础上形成的。

除了这些主题之外,《科学是……》又被分为40个话题。这些话题为各主题内部及各主题之间的活动提供了概括性的纽带。活动的话题被列在这个活动中带阴影的方框的底部。与活动联系最为紧密的话题被列在第一位,间接的话题被列在后面。



《科学是……》一书中的主题部分可以帮助教师,使活动适应课程的需要。但是由于本书主要是以时间为



基础进行划分的,所以按主题范围划分的重要性就被降低了。而且,由于现实世界并没有被划分成不同的主题范围,所以孩子们的兴趣也不可能完全一下子从一个主题范围内一个活动跳跃到另一个主题的活动上去。因此,各种话题可能要比划分出来的主题范围更为重要。重要的原因还在于它们能够鼓励一种真正地探索科学的精神。有时有的活动可能引发出与此活动相关,但是在此活动主题范围以外的问题。也可以把各个话题作为检索《科学是……》一书的一种途径。有时,通过不同途径重复进行同一种活动,会有助于儿童全面了解事物。各类话题使你各种活动看做一个有机整体。各种活动相辅相成,有助于儿童加深理解,增长见识,培养兴趣。同时在总体上会使儿童对科学持一种积极的态度。

如果各种活动与信息能以一种符合儿童认知发展水平的方式来传授,那么儿童将从《科学是……》一书中受益匪浅。

我们越是了解儿童,懂得他们的兴趣所在,我们就越能有效地指导他们的学习。过去 40 年左右的研究已经在较深层次探讨了儿童的成长问题:他们的体能、社会情感、智力水平及个性差异的范围及程度。虽然许多研究人员都就儿童的认识发展问题提出了自己的见解,但是瑞士心理学家吉恩·皮亚杰在这方面的工作被认为是此项研究的开端。虽然五十多年来,皮亚杰对儿童智力发展进行了深入的研究。他研究了儿童在成长中对物质世界的同步反应的性质和心理过程。他还发现儿童与成人在思考问题方面存在很大差异。他也指出,儿童在做的过程中所学到的知识远不如他们在思考做法时学到的多。

皮亚杰描述了儿童认知发展的四个阶段:

感知运动阶段(从婴儿出生到 2 岁):在这一阶段初期,儿童还不能准确辨别物体。换句话说,当物体在视野中消失时,它不仅在视野内,而且在大脑中同时消失。在两岁时,儿童对物体的感知得到了发展——儿童对物体有了持久的印象,并可以进行有限的交流(通过记忆和标识)。

前运算阶段(2 岁到 7 岁):在这个阶段,儿童以自我为中心观察世界。他们掌握了语言,发现并开始进行简单的活动。这个阶段之所以被称为“前运算”,是因为儿童无法在头脑中颠倒事件的顺序;运算性思维则能颠倒顺序,进行逆向思维。

具体运算阶段(7 岁到 11 岁):在此阶段,儿童发展了进行系统性、逻辑推理的能力。他们能创造并遵循规则,并开始认识事物及事物间的相互联系。

正式运算阶段(12 岁到 15 岁):在这个阶段,儿童从依赖对物体的感知向接受智力刺激发展到独立进行抽象思维。儿童开始进行深刻的思考,循序渐进地解决问题。

在这里不需要对认知发展进行广泛的探讨。提到皮亚杰主要是为了提醒大家各种活动必须与儿童的认知水平相适应。这意味着《科学是……》在提供符合要求的活动的同时,向教师和家长提出了一种挑战。我没有为不同年龄的儿童确定特别的活动,我想教师和家长能根据儿童的要求做出最佳的选择。通过向儿童提出像“你了解什么……?”这类问题,然后根据回答做相应的活动,是进行科学探索的有效方法。同时我认为儿童可以在不同年龄阶段重复一项既定的活动,每次他或她都能从实践中挖掘出宝贵的知识。



皮亚杰的研究结果中一个重要的观点就是认为儿童需要具体的动手实践。这就是《科学是……》以活动为基础的原因。儿童需要分享经验并彼此学习,才能共同提高自身水平。最后,必须鼓励儿童发展由思考事物本身到思考解决问题的方法的能力,逐步提高思考问题的水平。

儿童通常会进行过量的写识记和再现有关的简单的智力练习。这些练习只要求他们根据已知信息得出惟一正确的答案。在《教学相长:课堂教学理论,策略和活动》中,路易斯·拉斯提出了13种高层次的思维方式:

1. 比较:寻找异、同。
2. 观察:充分调动视觉、听觉和触觉。
3. 分类:根据不同目的,化整为零,分门别类。
4. 想象和创造:提出新观点,使用新技术,利用新工具,探索创造性的内在规律。
5. 假设:对某个特定的问题、疑点或难点做出各种合理的解释。
6. 评价:根据已定标准做出判断,提出看法。
7. 验证:辨别真伪。
8. 收集整理资料:确定信息及来源,挑选有关资料,确定组织材料的程序。
9. 总结:从材料中归纳出必要的结论。
10. 编码:用速记法来代表某些思考模式。
11. 说明:解释实践的意义,分析材料并从中提炼出合理的结论。
12. 设置问题与调查:确定问题,提出设想,收集整理材料,验证结论,评估结果。
13. 做决定:检查我们做出的选择中蕴涵的信念、态度和情感。检查我们做出的选择所带来的影响。

《科学是……》中的活动主要是通过在每个实验步骤中出现的各种问题来激励深层次的思考。书中大多数活动都是开放型的,允许有各种可行的、合理的结论。

科学不能光靠空谈,还必须亲自动手去做。儿童在主动的,需要动手的环境中更能兴趣盎然地进行学习。



研究表明,动手实践能使儿童的能力在科学研究和创造性活动中得到大幅度的提高;实践活动也提高了儿童在感知、逻辑、语言学习、科学内容和数学等方面的应试能力,同时也改变了他们对科学研究和科学课的态度。更为有趣的是,人们发现那些在学习上、经济上或两个方面都略显逊色的孩子们在以实践活动为基础的科研中获得了很大收益。

有时,让儿童直接与被研究对象接触是非常方便的。例如:他们能直接利用光来制造阴影。而另外一些研究对象(如恐龙和其它行星)无法使儿童获得直接经验。此时我的脑子中就闪出了这样的想法:得让孩子们积极地参与进来。于是,我就把游戏、故事和戏剧等融入到活动

之中,来代替直接经验。

在以实践活动为基础的科学研究中存在许多挑战。你必须要消除自己的担心和焦虑,处理好可能来自



孩子们的厌烦和恶作剧。我自幸曾与很多家长,特别是教师谈到过这些问题。下面提供了一些课堂应急措施:

- 从整顿秩序开始。使每个人都明白必须坐好,保持肃静,听清楚要求。
- 引入活动。根据上下文,提出一项活动,可以从要求孩子们讲述各自的有关经历入手。
- 分组。可以把接受能力强的儿童与接受能力差的搭配。
- 确立活动范围。使每个人都有自己的活动空间。
- 发给学生一张详细介绍活动内容的纸单。这样可以指导孩子们按照步骤进行活动,并有助于儿童对全部活动内容的理解,许多教师让孩子们直接按照《科学是……》中活动步骤学习,而其他一些教师则会编写出他们自己的活动指导。
- 反复强调活动要求。作出准确、到位的指导。对于一些较长,内容较复杂的活动,更要重视指导的作用。
- 《科学是……》中所用的材料都不贵,因此每个孩子或是每组都能有自己的实验材料。这样,孩子们就能根据自己的速度开展活动。
- 控制好材料。当需要使用时,再把材料发下去。多余的材料会分散孩子们的注意力,影响实验效果。
- 使每个人都处于工作状态。如果有人认为他已经做完了,你要向他们提出问题,鼓励他们进行深入的研究。
- 当与孩子们讨论在实验中的收获时,一定要使他们在认真思考后再作出回答。你可以这样提出要求:“注意听清问题,仔细思考后再回答”。然后重复两遍问题,间隔几秒后,再让他们回答。
- 总结。孩子们对活动需要有一种完整的感受。正式的总结可以使孩子对所学的知识加深印象,并能巩固关键的概念。

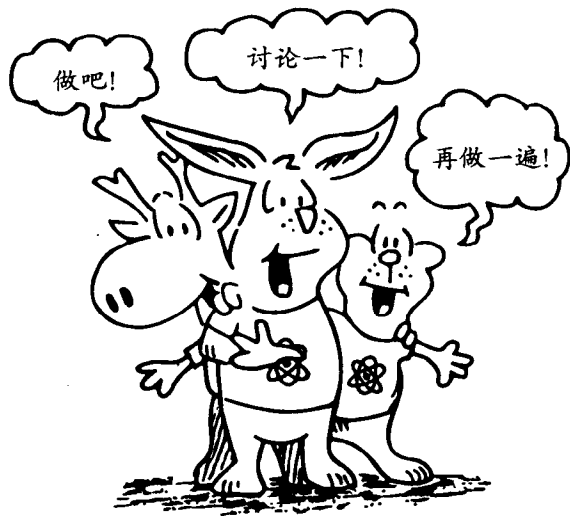
进行科研活动常用的一种好办法就是分三步走的“循环学习法”。

对科研实践来说,循环学习法是一种简单有效的方法。它始于本世纪60年代,是由美国国家科学基金会赞助发起的。它是科学课程完善性研究的一部分。作为一种使孩子们直接主动地进行科研实践的教学策略,它已初显成效。

在循环学习法中,儿童在接触新的术语或概念之前,要先完成一个活动。其目的是让儿童通过他们的个人亲身经历,逐步形成并不断加深对这些知识的认识。儿童可以在一种结构严谨,并且灵活多变的方式中开始探索,进行活动。接下来是对活动进行讨论。最后一步是重复这个活动或活动中的某些形式,以使孩子们能够把新学的概念运用到实际当中。

循环学习法的第一步,初步接触活动,是让孩子们去发现新的观点和材料。当孩子们初次进行某项活动时,他们便获得了建立在实践基础上的科学概念。游戏是获得信息的基础,而且概念的培养也离不开直接的动手实践。孩子们有能力去观察,收集材料,推理、解释和进行实验。在必要的时候,教师或父母可以充当监督或咨询的角色,通过提出问题来帮助孩子们完成活动,千万不要告诉孩子们去做什么或给出答案,不要使孩子们产生一定要做对的压力,而是要使他们专心于做的过程。

接下来便到了讨论阶段。通过讨论,可以帮助儿童发现实践活动的意义所在。而且,儿童在进行观察并形成了某种看法之后,也急于与别人交流,把他们的发现公诸于众。如果把《科学是……》著作作为促进交流的纽带,那么讨论便是给书中的活动带来生命力的环节。



你可以在讨论过程中使用《科学是……》中的背景知识介绍基本概念和词汇。书中的信息如果能和其他资料,如教科书、词典、百科全书、视听辅助手段等相结合,还可以不断地拓展、丰富。书中有些背景注释为了适合青少年学习,可以稍做改动。不过,如果使用的语言过于简单,它就不具有挑战性的研究价值了,孩子们也就不可能重视隐含在字面之后的概念。

讨论应在自由开放的氛围中进行。你的交际能力使讨论充满活力和具有成效是非常重要的。

- 发展主动的听力技巧。重述孩子们的话,向他们表明你一直在听,而且明白他们的意思。
- 提出非限定性的问题。如“你是怎么看的?”“发生了什么……?”“如果……,会怎样?”“怎样才能发现……?”“怎么能确定……”,“有多少种方法能够……?”
- 当孩子们提出问题时,让他们再仔细考虑一下这些问题。要求他们提供更多的信息和实例;鼓励他们去描述;让他们作出尽可能多的答案,而不是只停留在某个惟一“正确”的答案上。
- 让孩子们评估他们的发言。各组可以列出他们的优点和缺点。

当然,所有这些必须由教师或家长组织练习并且使之与参加活动的孩子们的层次相适应。

一旦你与孩子们就某项活动的讨论获得成功,孩子们就可以重复这项活动,这样做给孩子们提供了应用理论的机会。每进行一项活动,他们都会在更深的层次进行研究,获得新的发现,使理论得到强化。循环学习法的最后阶段可以作为一项新的活动的起点。孩子们可以通过进行新的活动来扩充现有理论。

举一个利用循环学习法来使用《科学是……》的例子。假设你对植物这个主题感兴趣,你可能在“举一反三”这一部分找到相关活动。这一循环的第一步包括一个有关种子的活动。首先展出不同的种子并让孩子们用放大镜去观察和比较。在第二步,你与孩子们讨论他们的观察结果,并列出他们所观察到的种子的物理特征。然后可以让他们读本有关种子的书。在最后一步,让孩子们继续深入研究种子。如把不同的水果切开,比较它们的种子,或者甚至可以把利马豆浸泡一夜后进行解剖。

要用科学的方法组织科研活动。使用科学的方法就像侦探调查神秘的案子一样。

科学方法的基本知识在探索科学主题中的复杂活动部分作了介绍。

可以利用科学的方法指导《科学是……》中活动的组织。科学的方法实际上是组织调查研究的计划。它实际上不是一整套需要遵循的程序,而是一种提问和寻求答案的方法。

下面是使用科学的方法时的 10 个基本步骤。

1. 确定问题。决定你究竟想了解什么。尽管开始时可以产生几个相关的问题,但最终要把它们归纳成一个可以进行初步探究的具体问题。你无法用真正的火箭去做实验,但是却可以用气球来研究火箭的工作原理。

2. 收集与问题相关的信息资料。这部分属于研究的范畴。研究可以激发直觉的产生,而直觉又在科学研究中起到了关键的作用。直觉是在大脑下意



识地作用于积累的经验时产生的,它随时随地都会出现。尽管大多数情况下直觉是错误的,但它也有正确的可能。因此我们必须通过实验来验明真伪。

3. 接下来对问题的答案进行猜测。这一步被称为“假设”。

4. 找出变量,即那些可以改变和控制的东西。这通常是科学方法中最难的部分。它要求对假设进行仔细的分析。在不同的试验中,至少有一个变量需要改变。同时,无论你在改变的变量重要与否,总有一些变量得保持不变。例如你正在研究用盐水浇灌植物的效果。你手中有两株植物,你用完全相同的办法培育它们:同样的种子、土壤、日照和温度等,这些是控制不变的变量。这两株植物惟一的区别是其中一株是用自来水浇灌的,而另一株则是用盐水浇灌的,这些就是被控变化的变量。

5. 决定回答问题的方法。详细写出你要做的每一步,不要假设或省略那些似乎“明显”的步骤。

6. 准备好所需的材料和设备。

7. 进行实验,记录数据。一定要准确测量和记录数据。通过重复实验来检查数据的准确性是很有用的。

8. 对比实验结果和假设。看二者是否吻合?假设没有正误之分,只有是否被支持的区别,无论怎样,你都会有所收获。

9. 作出结论。结论通常要回答更多的问题,如活动结果如何?说明了什么?活动是否有价值?怎样产生价值的?你学到了什么?你需要进一步研究什么?

10. 向别人公布你的发现。科学家们互相探讨他们的发现,使理论日趋完善。以交换智慧为目的,科学家们已经建立了全球范围的网络,来促进彼此间的交流。这给人们留下了深刻的印象。牛顿曾说过如果他看得更远一些,那是因为他站在了巨人的肩膀上。我们许多人熟知这个典故,但是却忘了问怎样才能找到巨人的肩膀并被它的主人所接纳。虽然我们对此不以为然,但是这种行为确实是十分特别和重要的。

当你使用科学的方法时,切忘它不过是一个总体的计划,而不是什么定规。科学家真正进行科研的过程与我们所描述的科学工作往往有许多出入。我们在描述中往往略去了研究工作中的遇到的许多挫折和错误。而正是被经常忽略的部分才是真正的充满挑战和挫折,令人兴奋的探索科学之路。

《科学是……》中的活动都被事先测试过。但如果有的活动结果与先前计划的不同,要用科学的态度对待它。不要怕说:“我不知道。”

有时,教师和家长会对科学研究怀有疑虑。这是因为他们或许没有接受过正规的科学研究方面的训练,或许担心不能“正确地”进行活动和实验。《科学是……》中的活动都被事先测试过,因此可以作为儿童学习的可靠资料。但活动结果未必总与计划中的一致,这也无关大局。

对于某一活动来说,通常有不止一种做法,而且结果也不一定总是一样的。这个世界不是只有黑白两种颜色,各种活动也不是非正即误。

需记住科学研究的任务不只是传播科学“事实”。实际上,在这个世界中,尤其在科学研究中,几乎不存在“事实”。随着我们知识的积累,越来越多的曾被认定的“事实”发生了变化。这反映出新知识使我们越来越接近事实。

我发现许多宝贵的经验都源于那些起初并不成功的活



动。在那种情况下,向你提出的真正的挑战是要敢于说:“我不知道,但让我看看能否弄懂。”接下来你就能进入真正的科学研究了——不断地摸索、推测和试验。承认自己的错误和知识的贫乏能够使我们更加接近科学。要让孩子们知道可以有不懂的东西,以及当他们遇到不懂的问题时,应该怎样做。不要教给孩子们思考的内容。如果你教给他们思考的内容,他们会很容易地记住字面的意思。但当活动结束后,他们的脑中又会一片空白。要教给孩子们的是思考的方法,即如何科学地探索问题。

穿着白大褂的老人们在用试管、烧杯和白鼠做实验,这些都是传统的研究方法。《科学是……》中的研究方法截然不同。

在我进行《科学是……》第二版的编纂工作时,许多教师和家长谈到了许多书要不是因为绕着老圈子转,本来是可以成为很好的科研资料的。轻松的科学活动书中经常用漫画讽刺疯狂的科学家。这些书中绘有老鼠以及其他与科学研究有关的行头。在《科学是……》中,我有意避免使用这些老一套的方法。例如,把卡通人物置于自然背景中,而不是放在实验室里。而且尽管书中有像熊、鸟和兔子等许多卡通动物,却没有老鼠。

当你让孩子们描述或画一名科学家的相片时,得到的答案总是一样的:一位穿着白大褂,戴得眼镜,正在用烧杯、试管和老鼠做实验白胡子老人。由于大多数儿童与真正的科学家几乎没有接触,所以他们对科学家的认识只依赖于故事中的形象。当你让儿童说出科学家的名字时,他们通常会先说出孩子们熟知的人物,如泽德博士(Dr. zed)和威泽德先生(Mr. Wizard),他们或者也会提到阿尔伯特·爱因斯坦(Albert Einstein)。其他较少谈到的科学家包括托马斯·爱迪生(Thomas Edison),路易斯·帕斯特(Louis Pasteur),本杰明·弗兰克林(Benjamin Franklin),雅克·古斯都(Jacques Cousteau),艾萨克·牛顿(Isaac Newton),居里夫人(Marie Curie),亚历山大·格雷厄姆·贝尔(Alexander Graham Bell)和卡尔·萨根(Carl Sagan)。当你提到科学研究时,儿童首先想到的领域包括发明、生物、化学和医学。一些儿童把自己想象成科学家,这是一件令人振奋的事情。但他们仍然对科学有一种较强的陌生感。儿童们把更多的时间用来学习知识和技能,而不是去了解在现实世界中,人们在真正做什么。



令人不安的是,成年人对科学家的认识与孩子们的认识并没有大的区别。研究表明,由于诸多原因,大众对科学存在着许多误解。当问及他们对科学的认识时,成年人典型的回答包括:“太枯燥晦涩”,“那是另一个世界的事”,“人们用老鼠做实验,去寻找治疗癌症和爱滋病的办法”,“只不过是实验室里工作罢了”,“一窍不通”,“就像天文学和占星术一样”。人们对科学家通常持怀疑的态度。

因此,难点在于当你指导孩子们进行科学实践时,你要率先清除自己的传统观念。只有这样,才不会使老一套的办法继续下去。要时刻警惕着这些老一套的做法,而且一旦它们出现,就要及时探讨。同时,给孩子们提供一些可以驳倒传统办法的科学实例。如:一位植物学家在田间,而不是在实验室中研究植物。



糖、调料和……科学。鼓励女孩子从事科学研究具有尤其重要的意义。

自从我在五年级时做的第一个科展项目起,我所做的所有科展项目都属于物理领域。我记得一位老师曾经提出我从事热电项目的研究也许不大“合适”——对于一个女孩子来说,确实如此。但是我下定了决心(我母亲可能不是这么想的)去做与他们期望相悖的工作。

许多儿童和成年人仍然认为科学研究不适合女性做。社会中某些微小的信息可以产生巨大的影响。在北美,女性占从事科研和工程劳动力的10%还不到。在社会对妇女就业采取明显限制的沙特阿拉伯,只有5%的女性从事与科研相关的职业。而在社会观念完全不同的波兰,则有60%的妇女从事科研活动。

如果我们要加强对青年女性的科学教育,那么必须及早入手——按照《科学是……》一书中所定的年龄阶段开始。研究表明,男女儿童在对科学研究的成就、态度和兴趣等方面的差异在中学时期就已经明朗化。过了四年级以后,女孩子就很少会像男孩一样对科学感兴趣,选修自然科学课并在科研活动中获得成功。

可以用实例来驳斥科学领域中男尊女卑的偏见。作为女孩的榜样,从化学家、物理学家居里夫人(Marie Curie)到宇航员罗伯特·邦达(Roberta Bondar),都应该做为科学活动的背景知识介绍给孩子们。女科研教师或对科学感兴趣的母亲,都能成为有说服力的榜样。我的母亲是一位经常读书和学习,喜欢思考的女性。她经常对我从事的科研项目提出许多问题,这些问题会促使我进一步钻研,挖掘更深层次的东西,她帮我发现了自己的潜力。

有时,女孩似乎无意之中就陷入了科学研究中的“女性”领域,如对植物和环境的研究。要鼓励女孩去从事包含电学和磁力学在内的“男性”活动。应该给女孩们更多的时间和关注,让她们逐步熟悉传统上的“男性”器材(如电池、电路或罗盘)。不要强制她们去学习物理等学科,但是要给她们提供一个探索这些学科的机会,以便使她们能够做出明智的选择。

“男性”科学和“女性”科学教学技巧的侧重点不同。研究表明,在物理和化学教学中,解决问题方法很受欢迎,而在生物学中,理论教学和有指导的实验方法更受青睐。女孩通常对更为随便的处理型方法感到畏惧,因此放弃了解决问题方法。她们感到畏惧的原因不是因为不够,而且由于普遍上缺乏信心。这种情况在高年级学生中更为普遍。

许多教育家认为,能够用大脑操纵空间的一个物体,使其旋转,以及建造三维立体模型的能力都是科学研究中必不可少的技能。研究人员对男孩与女孩在空间能力差异的程度和性质方面存在着分歧。大多数研究表明,空间能力的差异要到十四五岁时才出现。产生差异的原因主要是来自于社会和教育方面的因素,而不是由先天的基因决定的。要鼓励女孩多做一些能够培养空间能力的活动(如,用纸做三维几何模型)。

《科学是……》中的活动是为所有孩子设计的——无论是男孩还是女孩。作为一条总的原则,当你指导孩子们进行《科学是……》中的活动时,要有意识地培养女孩去积极参与。研究显示女孩乐于扮演观察员或记录员的被动角色,而男孩则愿意扮演领导者。在教室中解决此问题的办法之一是把孩子们按性别分组,进行科研实验。

