

学校活动课程丛书

课外科技活动的内容与形式

冯克诚 / 主编

第十五册



中国物资出版社

学校活动课程丛书

第十五册

课外科技活动
的内容与形式

冯克诚 主编

中国物资出版社

图书在版编目(CIP)数据

学校活动课程丛书 第15册:课外科技活动的内容与形式/冯克诚主编. —北京:中国物资出版社,1998.1

ISBN 7-5047-1423-2

I. 学… I. 冯… III. 科学技术-课外活动-中小学 IV
.G632.428

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 01720 号

中国物资出版社出版

(北京市西城区月坛北街 25 号 邮编:100834)

全国新华书店经销

北京市计量印刷厂印制

开本:787×1092 毫米 1/32 印张:86 字数:1800 千字

1998 年 1 月第 1 版 1998 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 7-5047-1423-2/G · 0282

印数:0001—3000 册

定价:100.00 元(共 20 册)

目 录

科学素质的意义及其特征	(1)
科学素质的智力因素结构	(7)
科学素质的非智力因素结构	(13)
青少年科学素质形成的特点	(19)
课堂教学对科学素质形成的局限性	(21)
青少年科技活动与学生的科学素质	(22)
“爱科学”活动的形式与内容	(28)
青少年科技活动与科技素质培养	(33)
科技活动与创造性思维培养四法	(35)
附:提高科技意识迎接二十一世纪的挑战	(40)
青少年科技活动的内容	(44)
科技活动是第二课堂的一个重点	(45)
课外科技活动的两大类型	(47)
青少年科技活动十四式	(50)
少先队科技活动的主要形式	(76)
大学第二课堂科技活动的七种形式	(80)
青少年科技活动的方法	(83)
少先队开展科技活动的基本方法	(103)
青少年科技活动的计划与方案	(105)
科技活动方案的设计	(107)
主题科普活动的设计方法	(110)

“小星火计划”活动的产生和发展·····	(114)
“小星火计划”与国家“星火计划”·····	(115)
“小星火计划”活动的宗旨和含义·····	(117)
“小星火计划”活动是农村发展的需要·····	(118)
农村中小学科技活动的特点·····	(119)
“小星火计划”活动的基本特征·····	(121)
“小星火计划”活动的原则·····	(126)
“小星火计划”活动的内容·····	(128)
“小星火计划”活动的组织形式·····	(130)
“小星火计划”活动的辅导·····	(132)
附：国家教委、中国科协关于在农村中小学开展 课外科技“小星火计划”活动的意见 ·····	(137)

科学素质的意义及其特征

青少年科技活动作为教育的一部分,已有一个多世纪的历史。我国青少年科技活动经历了50年代、60年代的发生和发展。“十年动乱”之后,70年代末又重新恢复并开始进入到新的阶段。此时,正值世界新技术革命的高潮,我国也正在着手制定实现“四个现代化”的宏伟蓝图,并把科学技术现代化看成是实现四个现代化的关键。于是,人们对科学技术的社会功能、科学技术自身发展的特点以及现代科学技术对人才提出的新要求,开始有了深入的研究和广泛的宣传,使得青少年科技活动一开始恢复就有了一个较好的社会环境和良好的理论基础。当我们对现代科学技术发展特点及其对人才的要求进行研究的时候,当我们对正在恢复和发展的青少年科技活动进行总结的时候,我们便意识到并及时提出开展青少年科技活动的目的,不在于制作出几件科技作品,不在于在各项比赛中获得名次,而根本目的在于培养青少年的科学素质。科学素质不仅对将来从事科技工作的青少年是重要的,对那些将来从事其他行业工作的青少年来说,在现代化社会里也同样非常必要。

1. 建构主义哲学的启示

当代哲学有一个新的哲学派别,叫作建构主义哲学,它是由多学科的科学家,包括物理学家、数学家和心理学家创建的。心理学家,大家比较熟悉的如瑞士的皮亚杰,他是认识发生论的创始人。这是一个多学科组成的合体。在建构哲学中

有两个概念,一个是“神经网络封闭性”,这是现代生物学,尤其是对神经系统神经元研究的一个重大发现。我们用3个方框表示,如图1。

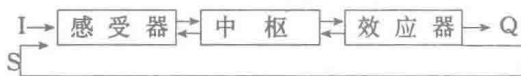


图1

我们把人接受外来信息,产生行动的过程简化为3个方框组成的路线。第一个是感受器,接受信息,然后感受器传递给中枢神经,最后中枢神经经过加工传送给效应器,效应器产生行动。过去我们总认为这是直线式的,感受器接收外面的信息传给中枢,中枢传给效应器,效应器直接输出Q。对神经系统深入研究表明,效应器的信息还要反馈回感受器S。也就是说,感受器除了接收外来的信息I以外,还要接收效应器反馈的信息S。而且更为惊人的发现是,接受外来信息的感受器约1亿个,可是,接受反馈信息的感受器竟有10万亿个之多!也就是说,我们每一次接受信息的时候,新信息I和反馈回来经过加工的老信息S之间的比例是1:100000(1:10万)。所以我们每次接受的信息,新的信息实际上只占约十万分之一,而其余部分则是原来的反馈信息。由于新信息占的比例太少,所以在系统论里就将其看作是封闭系统。当然,新信息尽管只占约十万分之一,但是是绝对不可少的,因为反馈的10万也是通过以前的新信息加工而成的。这个概念说明了我们每次接受一个新信息有赖于原来的10万个信息的帮助,这是非常重要的。

第二个概念叫作“认知结构封闭耦合”,如图2。



图 2

图的左端表示客体,就是我们的认识对象。图的右端表示人。人在认识客观的时候,首先要操作客体,也就是给客体施加影响,不操作客体的认识是不可能的,这在量子力学里,对电子的观察表现最为突出。然后是人对操作结果的感知。以上由客体和人之间组成一个认知结构,由于主体每次接受的信息都是主体对客体操作后的信息,这样形成一个封闭的结构,这叫认识结构的封闭耦合。

将上述两个概念结合起来,得到两点启示:第一,人在接受信息的时候所感受的信息中绝大部分是自身反馈的信息($I:S=1:10$ 万);第二,即使是来自外来客体的新信息也是经过主观操作过的信息。于是,人对事物的认识有赖于人自身的认知结构,也就是说,人的认知结构决定了人对客观事物的认识水平。这个结论在教育上具有相当重大的意义。我们常常看到一些孩子非常用功,可是学习效果就是不好。新的知识,或说新的信息,对每一个孩子来说都是平等给予的,但有的孩子接受得好,有的接受不好,这就是孩子的认知结构不一样(假如同样是努力的)。因此从小逐步建立和完善孩子们的认知结构是教育的关键。一个人对客观事物的认识,包括学习的好坏,很大程度上依赖于已经建立起来或正在建立起来的认知结构。这个看法与美国的布鲁纳的课程结构论有点不谋而合。他是从另一个角度强调从小给孩子建立知识结构的重要性。那么,我们还要进一步追问,人的认知结构是怎样形成的?上面的认知结构封闭耦合示意图给我们的另一个启示是:

人的认知结构是主体和客体组成的一个系统,它是在主体对客体进行操作,并对操作的结果进行感知的无限循环中形成的。于是有个更重要的结论出来了,即:第一必须有主体和客体的结合;第二主体必须对客体进行操作,然后对操作结果进行感知。假如我们的孩子长期没有客体,没有认识的对象,就是一本书,那么认知结构始终建立不起来。这里给青少年科技活动提供了一个重要的理论依据——帮助孩子们从小同客体结合,以建立自己的认知结构。因此我们强调要孩子们实验、操作、观察,到大自然中去,就是为了使他们能够尽早地把自己(主体)和客体相结合,建立并不断完善自己的认知结构。这里的认知结构是由客体 and 主体组成的一个系统。认知结构表现在主体方面也应该有一个合理的结构,我们称为认知结构的主体部分。人的认知结构的主体部分就是科学素质。

2. 提出青少年科学素质的根据

提出青少年科学素质的根据是:

(1)现代科学技术高速度和综合化发展对科学技术工作者乃至整个国民的要求。

(2)现代化社会对现代化人的基本要求。

(3)科学家、教育家、企业家对自己成功经验的总结以及对卓越人物心理特征的研究。

如,我国著名科学家、原中国科学院院长卢嘉锡曾经谈到科学家的“元素组成”是 C_3H_3 ,指的是 clear head(清楚的头脑)、clever hands(伶俐的双手)、clean habit(洁静的习惯)。他说:“这是对科学工作者总要求的一个很好总结,也是值得青少年朋友们努力去追求的。”

国际水稻研究所张德善博士与中国进修生谈话,他在回

答“一位科学家应当具备的素质和条件”的问题时提出：①兴趣与好奇心；②大胆想象；③真实客观；④观察敏锐；⑤聪明理智；⑥小心谨慎；⑦训练有素；⑧合乎情理；⑨精确诚实；⑩长期坚持。

美国总统科技顾问基沃斯博士说，现代科技人才必须具备以下3个条件：第一，资质聪慧，富有才华；第二，有强烈的进取和探索精神；第三，有协作精神，以利于形成跨学科跨专业来解决问题的科技人员群体。

杨振宁在谈到创造性研究的条件时说：“我认为有3个条件，即直观能力强、有耐心和信心。”

美国哈佛大学国际事务研究中心提出现代化的人的素质的9个方面：①愿意接受新事物，思想上较倾向于革新和变化；②乐于发表见解，也比较民主，对各种意见有思想准备，以为是自然的，不必加以提防；③时间观念强、准时、守时；④对人本身的能力较有信心；⑤计划性较强，办事讲程序；⑥普遍的信任感，对周围世界和其他人有较多的信任；⑦信奉并愿意遵循“公平待人”原则；⑧对新式教育感兴趣；⑨比较尊重他人。

3. 科学素质的基本特征及其定义

科学素质的基本特征：

(1)科学素质是基础性的，但又是本质性的、不可缺少的基本因素。

(2)科学素质是早期形成的，影响终身，终身起作用的持久因素。

(3)科学素质一经形成，可以不断发展、完善和健全，但难以根本改变，是一种稳定的因素。

(4)科学素质是一个由若干子系统组成的综合性的、整体性的复杂系统。

(5)科学素质有很强的共性,但体现在每一个人身上又有鲜明的个性。科学素质的共性寓于每个人的个性之中。

(6)科学素质是在家庭、学校和社会的教育环境中逐步形成的。科学素质的形成是一个潜移默化的无形过程。

科学素质的定义:科学素质是从小养成,不断发展,最基本但又是终身起作用的科学素养和心理品质。

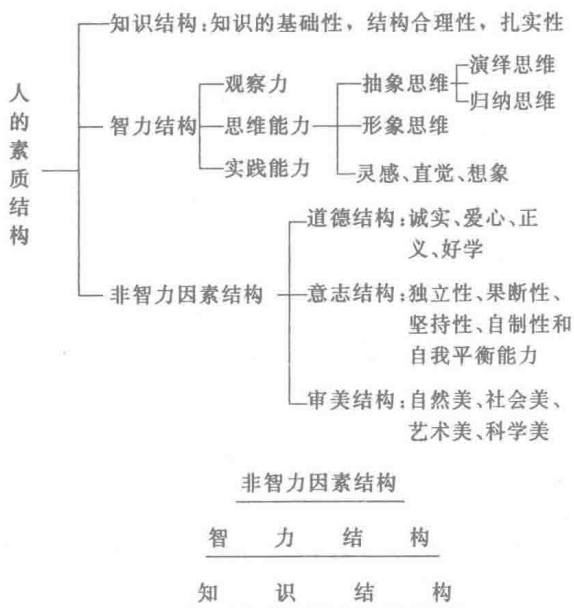


图3

科学素质的结构性:科学素质包括智力因素和非智力因素,由知识结构、智力结构和非智力因素结构3个层次的结构

所组成,如图 3。这 3 个层次互相依存、相互影响、相互渗透,形成一个综合性、整体性的素质结构。其中知识结构是整个素质结构的基础,智力结构是在知识结构的基础上形成,并反过来促进知识结构的进一步完善,智力结构是科学素质结构的主干。非智力因素结构是在知识结构、智力结构的形成过程中同时形成的,三者相互影响,互为完善。如果说知识、能力是科学素质中的能力因素,那么非智力因素可以说是科学素质中的动力因素。

科学素质的智力因素结构

1. 科学素质的知识结构

知识结构是由结构合理的、扎实的基础知识所组成。

(1)科学素质首先是指一定程度的基础知识。如果把一个人所具有的知识分为基础知识和专业知识,那么基础知识则属于人的素质所必须具备的知识。人的素质需要什么样的基础知识呢?我们以基础教育的尺度来衡量,分小学、初中、高中 3 个阶段。我国现在的状况是在城市普及初中,在农村普及小学教育。而日本和美国的同龄青年的高中入学率分别是 94% 和 97%,也就是说作为人的素质的基础在日、美是高中程度的知识,而我国城市仅仅是初中程度,在农村则是小学还不到。再从 25 岁以上人口平均受教育年限年来看,日本是 11.1 年,美国是 12.4 年,而我国才 5 年。应该说,在现代社会,基础知识包括了高中以前的科学文化知识。

(2)作为科学素质的基础知识还必须具备合理的结构。作

为科学素质的基础知识,不是一个单一的知识,而是由数学、自然科学、社会科学、人文科学及哲学组成的一个基础知识结构。从目前通行的高中课程来看,包括数、理、化、天、地、生;文、史、哲、政、经、法。其中还应包括文学、艺术、音乐、体育等方面的知识,并且彼此形成一个合理的结构。

合理的知识结构有两个含义:一是所学的知识不是单一的,也不是残缺的,具有一定的广度;二是在学生的头脑里形成初步的知识框架,对一个高中生来说,要求懂得人类的知识分数学、自然科学、社会科学、文史科学以及哲学,而每一门学科又包括某些具体学科,以及每一门学科由哪些基本概念、原理和理论组成。这种结构或者说知识框架的形成,对于将来适应新的学习和工作非常重要。

(3)作为科学素质的知识还必须是扎实的。我们知道,知识是人类关于客观事物的事实、本质,以及规律的认识成果。知识由概念、原理(定理、定律)和理论组成。知识又总是通过符号,包括文字符号、图形符号和数学符号进行表达、记载和交流。

所谓扎实的基础知识,就是说不仅是记忆表达知识的符号,更重要的是理解和运作知识本身。教师在传授知识时,总是通过符号向学生交流的。仅仅记住符号就是我们平常说的死记硬背,并不等于理解知识。理解知识有两重含义:一是理解符号与符号所表示事物的联系,透过符号理解事物的本质和规律。一般说来,概念是表达事物的本质,而原理、定理、定律以及理论是表达事物(包括自然现象和社会现象)的规律。而这些概念、定理总是由文字符号或数学符号(数学公式)来表达的。所以我们要通过符号去理解它所表达的事物的本质

和规律。仅仅记住符号而未能理解符号的意义是没有多大用处的。目前这种仅以考分来衡量学生的办法很容易造成只记住符号不懂意义的状况；二是理解知识内部的联系。正如丁肇中教授 1979 年在北京八中讲话时所说：“在物理、数学、化学、生物等领域里，认真地想一想每个自然现象发生的原因，设法理解各种自然现象之间的内部联系。这样我们不但能掌握已知的科学成果，而且可能发现新的问题。”

综上所述，科学素质首先就是要具备一定的、结构合理的、扎实的基础知识，而且这种基础在头脑中形成一个初步的知识结构，这是科学素质的基础。

2. 科学素质的智力结构

关于人的智力、能力有各式各样的定义，比较一致的看法是“智力是人的认识能力的总和”，而能力包括认识客观事物的能力和改造客观事物的能力。可见智力是属于认识的范畴，是人的各种能力的基础，是人的素质的重要组成部分。事实上，当一个人在认识世界的时候，总是伴随着对世界的改造。所以我们这里谈的智力，也往往包括了某些方面的能力。但是，作为人的素质的智力或能力，应该是最基本、最基础的，它包括观察能力、思维能力和实践能力，其核心是思想能力。思维能力又包括抽象（逻辑）思维能力（又分为演绎思维和归纳思维）、形象思维能力以及直觉、灵感和想象力。

(1) 观察是人类认识世界的开始，也是一个人认识世界的开始。科学始于观察。我国地质学家李四光曾说：“观察是得到一切知识的一个首要步骤。”狄罗德说：“我们在 3 种主要的方法：对自然的观察、思考和试验。观察收集事实；思考把它们组合起来；实验则来证实组合的结果。”

观察能力是有一定目的的、有组织的知觉。观察分为直接观察和间接观察。直接观察是自己亲自观察,获得第一手材料;间接观察是利用别人观察的材料。这两种观察能力都是必须具备的。但作为人的素质,直接观察更是不可缺少。日本一至六年级规定做180个观察,200多个实验。在小学一年级就开始设“理科”,课本中有关于动物、植物、光线、磁铁、岩石等的观察、模仿和游戏,让儿童通过直接体验,积累对自然现象的感性认识,培养学生对事物进行科学观察的习惯和能力。

孩子们不仅对自然现象进行观察,对社会现象也从小开始观察,日记、作文等则是孩子们观察社会现象并进行思维的结果。

培养孩子的观察能力,包括培养他们观察的兴趣、观察的方法和技能。如通过对比、顺序以及用多种感觉器官参加活动的观察方法和细致、深入、全面的观察习惯等等。

(2)思维能力是智力结构的核心。牛顿说:“如果说我对世界有些贡献的话,那不是由于别的,只是由于我的辛勤持久的思考所致。”普朗克说:“思考可以构成一座桥,让我们通向新知识。”爱因斯坦说:“学习知识要善于思考、思考、再思考,我就是靠这个学习方法成为科学家的。”

可见思考是十分重要的。思考有思考的规律,思维能力就是按照规律思考的能力。一般说来,科学家主要是逻辑思维进行创造性活动,而文学艺术则主要用形象思维进行创造性活动,但是正如文学家也需要逻辑思维一样,科学家也需要形象思维。爱因斯坦对光速的思考、化学家对苯环结构的思考,以及分子生物学家对双螺旋结构的思考,都是借助形象思维而成功的。同样,文学家虽运用形象思维来表达他们的感受、情

感,表现他们创作的主题,但他们对人和社会透彻、明晰的理解仍然需要抽象思维。

当然,无论是科学家还是文学家都需要灵感、直觉和想象。灵感是在知识积累和长期思维前提下的顿悟。直觉则是思维的“感觉”,具有无限的思维洞察力。直觉往往是正确判断和创造的开端。当然直觉的结果必须用实验去检验,用逻辑思维去论证。想象则是一种创造性的形象思维,是创造性活动必不可少的一种思维能力。

在基础教育中,数学尤其是平面几何,无疑是培养学生演绎思维的最好课程。欧几里得几何学创立于公元前 300 年左右,至今仍不失为中学的一门基础课程,其重要原因就在于它的智力价值。欧几里得几何学从几个公理出发,经过一系列的推论,建筑了欧几里得几何学的大厦,充分证明人类演绎思维深邃的认识能力。反过来,欧几里得几何学 2000 年来又成为人类训练自己演绎思维能力的有力工具。同样,17 世纪、18 世纪形成的物理学,是人类归纳思维方法的伟大成果,反过来中学的物理学又成为训练人类归纳思维的有力工具。也是同样的道理,优秀的文艺作品包括诗歌、小说、散文、戏剧等等,是人类形象思维的艺术结晶,同时又是人类一代又一代用以训练形象思维的有力工具。只要我们仔细分析,中小学的许多课程,几乎都分别是人类各种思维能力的结晶,同时又是培养学生各种思维能力的有力工具。

科学家和文学家们在发展、创造这些知识过程中所表现出卓越的思维能力(包括逻辑思维能力、形象思维能力、灵感、直觉和想象力),如果我们的教师能够在传授知识的过程中生动地揭示蕴藏其中的这些智力宝藏,那么对教育,对学生素质

的培养是十分有利的。

(3)实践能力是创造力不可缺少的重要因素。作为科学素质的实践能力对青少年而言,主要表现为动手能力。针对我国目前的教育情况,这几年科学家们批评呼声最高的是忽视学生动手能力的培养。杨振宁曾在人民日报发表文章说:“要增强中国的社会生产力,需要的是很多会动手的人。我接触到很多第一流的物理学家,他们很能动脑筋,很会做实验,却不善于应付各种考试。如果光凭考试取人,这些人就可能被埋没。”杨振宁教授在接受《儿童时代》记者采访时还说:“不该说,读书努力就是好学生,应该说,有很强的动手能力和创造精神才是好学生。”我国原高能生理所所长张文裕甚至说:“现在的教育不重视对孩子动手能力的培养,实在不利于培养人才。如果说现在高考升学率是4%,那么我怀疑人才还在96%里边。”丁肇中教授在回答怎样成为优秀生时说:“有一条共同的要求,就是任何时候都不要死读书,不要被分数牵着鼻子走,而要善于独立思考,勤于自己动手,使自己具备竞争的能力。”美国诺贝尔奖金获得者温伯格教授也说:“重要的不是无休止的听课,而是通过研究来学习。一个优秀科学家必须具备许多重要的素质,单靠听课、作业、考试是不足以培养这些素质的。历史上许多有成就的科学家都是学生时期开始他们研究生涯的。爱因斯坦从16岁开始研究空间和时间的概念,费米在念中学时就喜欢自己动手,用一些简陋的设备去测定书上讲过的一些物理量。”

动手能力是获得知识的必要手段,动手能力又是检验知识是否正确的必要手段,同时动手能力还是促进思维能力发展的必要手段,最后动手能力几乎与创造能力相提并论,确确