

青少年的科学创造力研究

胡卫平 俞国良

[摘要] 青少年的科学创造力是一种特殊的能力,是一般创造力发展与科学教育的结晶。研究青少年的科学创造力,不仅可以丰富和发展创造力理论,而且可以使我们更好地在科学教育中落实以创新精神、创新能力和实践能力培养为核心的素质教育。本文从心理学角度研究青少年科学创造力的内涵、表现和发展以及青少年科学创造力的培养,旨在引起全社会对培养青少年科学创造力的广泛重视。

[关键词] 青少年 科学创造力 研究

[作者简介] 胡卫平,山西师范大学课程与教材研究所教授(山西临汾 041004);俞国良,中央教育科学研究所研究员、博士生导师(北京 100088)

青少年的科学创造力(Scientific Creativity)是一种特殊的能力,是一般创造力与科学学科的有机结合,是一般创造力在科学学科中的具体表现,是一般创造力发展与科学教育的结晶。研究青少年的科学创造力,不仅可以丰富和发展创造力理论,而且可以使我们更好地在科学教育中落实以创新精神和实践能力培养为核心的素质教育。

一、青少年科学创造力的内涵

在对创造力的研究中,由于研究者研究重点不同,理论依据不同,研究方法不同,判断标准不同,对创造力的定义也不同,有关创造力的定义多达数百种。尽管众多的定义存在着分歧,但人们比较容易接受的定义至少有四个方面:第一,创造性的过程;第二,创造性的产品;第三,创造性的个人;第四,创造性的环境。关于创造力的定义,在最近的研究中,有将上述四方面中的两方面或多方面结合起来的倾向。我们认为,青少年的科学创造力是青少年在学习科学知识、解决科学问题和科学创造活动中,根据一定的目的,运用一切已知信息,在新颖、独特且有价值地(或恰当地)产生

某种产品的过程中表现出来的智能品质或能力。很显然,这一定义将创造性的过程、创造性的产品和创造性的个人三个方面有机地结合起来,并强调青少年的科学创造力是一种智能品质,即流畅性、灵活性和独创性。通过评价产品的新颖性、独特性和价值性(或恰当性)来考察青少年在产生这些产品的过程中表现出来的智能品质的高低,进而判断个体科学创造力的高低。

我们认为,在理解青少年的科学创造力时,要注意如下几点。

第一,科学创造力不同于文学创造力和艺术创造力,创造性的问题解决能力是其主要的內容。科学问题的解决一般要经过问题产生、方法寻找与抉择三个阶段。问题产生是一个按照一定目标进行定向思维的过程,往往在种种已有经验不能达到目标时,问题才能被发现;在方法寻找阶段,需要开阔思路,展开现象,发散地思考各种不同的方法,并尽可能找到有效、可行、新颖、独特的方案;在抉择阶段,按目标所规定的方向,评价、比较各种可能的解决方法及其结果,并根据一定的标准对各种方法决定取舍,最后选择解决问题的最佳途径。

第二,要将科学创造力与一般的科学技能区分开来。一般的科学技能只是保证顺利完成任务的一般智力品质与人格特质。而科学创造力则是产生或可能产生出新颖、独特、有社会价值或个人价值的产品的智能品质或能力,这种能力的核心是科学创造性思维和科学创造性想象。

第三,青少年科学创造力的心理结构与科学家科学创造力的心理结构及一般成人科学创造力的心理结构基本相同,只是他们的表现形式不同。对科学家来讲,创造产品可能是通过重新安排、组合已有的科学知识,创造出新的科学知识或形象;也可能是突破原有的科学知识,提出崭新的见解、设想、思路、观点等;还可能是技术上的重大创新和突破。这些产品包括理论和应用两个方面,其在历史上前所未有的,对人类、社会和国家有重要的贡献。对一般成人来讲,创造产品指具有一般社会价值的产品,它有助于社会的进步和发展。而对于青少年来讲,创造产品一般不具有或具有较小的社会价值,但却具有较大的个人发展价值,对自身身心的发展具有重要意义。青少年在科学学习中,独立提出新颖的科学问题,深刻而高水平地掌握科学知识,迅速掌握科学知识并把它们迁移到新的情景中去,发现解决某一问题的独特方法,对课本上实验的改进,在课外活动中制作出一种新颖的产品等都是其科学创造力的具体表现。

第四,创造力是一种智能品质或能力,它的组成要素中不应包括非智力因素,但非智力因素对青少年科学创造力的发展具有动力作用。同时,科学创造力是一种综合能力,它是在科学观察能力、科学实验能力、科学思维能力、科学学习能力、科学分析问题和解决问题能力基础上发展起来的一种高水平上表现出来的综合能力,其核心成分是创造性思维和创造性想象。

第五,具有创造力并不一定产生出创造产品,有无创造力与创造力是否体现出来并不是一回事。创造产品的产生除了需要一定的创造性的智能品质以外,还需要将创造性观念转化为实际创造产品的相应知识、技能以及保证创造活动顺利进行的一般智力因素和非智力因素,同时还受到外部环境的影响。由此可见,犹如智力有内隐和外显之分,创造力也有内隐和外显两种形态。内隐的创造力是指创造力以某种心理、行为能力的静态

形式存在,它从主体角度提供并保证个体产生创造产品的可能性。但在没有产生创造产品之前,个体的创造力不能被人们直接觉察。当有创造产品产生时,这种内隐的创造力就转变为外显的创造力,从而被人们觉察到。

第六,创造力与智力是人的心理能力的两个不同的方面,它们相互联系、相互区分、相互作用、共同发展,其本质上是一个整体,只是人们为了研究问题的方便才加以区分。在整个创造活动过程中,创造力、智力、非智力等因素共同发挥作用,它们都是保证创造产品产生的重要因素。

第七,青少年的科学创造力以科学知识为中介。虽然科学创造力与科学知识不同,但科学知识是科学创造力的基础,科学创造力是建立在科学知识的深度与广度基础上的,没有科学知识,就不可能有科学创造力,但科学知识多并不一定意味着科学创造力一定高;另一方面,科学创造力的提高,反过来对科学知识的学习有一定的促进作用。

第八,青少年的科学创造力是一种结构,这种结构应是静态结构和动态结构的统一,反映青少年科学创造力发展的稳定性和发展性,且动态性是青少年科学创造力的精髓。首先,动态性表现在青少年科学创造力的结构是主体和客体交互作用的结果;其次,动态性表现在青少年科学创造力的结构是在科学知识的学习、科学问题的解决和科学创造活动中逐步形成、发展和完善的,发展性是其最主要的特征;再次,动态性表现在科学学习是青少年科学创造力结构的起点和动力。

二、青少年科学创造力的表现和发展

创造力是人类在创造活动中反映出的个体所具有的创造性思维和创造性想象的智能品质或能力,对不同年龄阶段的个体和不同的活动领域,这种品质或能力有不同的表现。从产生创造性产品的过程中反映出的个体智能品质的角度来看,青少年的科学创造力主要表现在思维和想象的流畅性、灵活性和独创性等方面;从科学学习和科学活动的角度来看,青少年的科学创造力主要表现在观察与实验、科学知识的学习、科学问题的提出、科学问题的解决、科学创造活动等方面。我们依据“科学创造力的结构模型”(SCSM),并同时考虑

青少年科学创造力的智能品质和科学学习及活动,研究了青少年科学创造力的表现。

1. 观察与实验。能提出具有探索性的观察与实验课题;观察具有敏锐性,能迅速抓住重要信息;善于运用分析、综合、抽象、概括的方法,迅速洞察科学研究对象的本质属性和相互联系;能设计出简单、有效、新颖、独特的实验方案。

2. 科学知识的学习。能深入理解科学知识中所体现的科学思想、科学观点和科学方法;善于在科学概念、科学规律与科学事实间产生丰富的联想;能够借助于数学、哲学等学科知识进行推理,发现原来没有联系的两个对象、现象和概念、规律之间的联系;善于把科学知识归类,形成合理的认知结构;对已有的结论不盲目轻信,有检查和评价已有知识和结论的强烈意识,并善于发现和纠正错误;善于形象理解科学知识,并对其赋予新的含义;具有丰富的想象力。

3. 科学问题的提出。善于质疑,不满足于教材上的一些结论及老师的讲解;善于平中见奇、同中见异、异中见同,从一般人不得有问题的地方提出并发现隐蔽的、复杂的、探索性的问题。

4. 科学问题的解决。能迅速鉴别问题的特殊性,从研究的材料中揭示隐蔽条件,排除多余因素的干扰,并发现有价值的因素,迅速选择解题策略,确定解题方法;善于进行一题多变、一题多解、多题归一,并从中发现规律;善于将一些实际问题抽象为科学问题并进行解答,自编新颖的习题;善于监控解决问题的过程,对难以用常规方法解决的问题另辟蹊径,寻找最简洁的解题方法和途径,当思维受阻时,能及时改变思维路线,修正原有方案,顺向思维和逆向思维相结合,集中思维和发散思维相结合,运用臻美、类比等创造性的科学思维方法理解和处理问题。

5. 科学创造活动。善于发现日常生活和生产实际中的科学问题,并对其进行实际推测和理论验证;善于根据实际情况进行创造性思维,并提出独特的见解;善于对实验仪器、设备等提出改进意见;善于在课外活动中进行小发明、小制作,写出小科技论文,并独立地提出新的见解。

无须置疑,青少年的科学创造力与其他各种心理能力一样,也是逐步形成和不断发展的。在发展过程中,由于受文化传统、社会氛围、家庭教育、

科学课程、科学教学、考试方式、教师等外部因素及智力因素、非智力因素、科学知识等内部因素的影响,不同年龄阶段的个体具有不同的发展趋势或特点,同一年龄阶段的不同个体也有十分明显的差异。鉴于此,我们认为,研究青少年科学创造力的发展是进行有效培养的前提。

创造力的测量是创造力发展研究的关键,由于研究者对创造力的定义不同,理论依据不同,所采用的测量方法也不相同,有关创造力的测量量表多达百余种,概括起来有 11 种类型:(1)发散思维测验;(2)遥远联想测验;(3)态度和兴趣量表;(4)人格量表;(5)传记清单;(6)教师、同伴及领导的评价;(7)通过产品来判断;(8)自我报告创造活动和创造成果;(9)对著名人物的分析;(10)以活动为基础进行测量;(11)以问题解决为基础进行测量。我们以科学创造力的结构模型为理论基础,结合青少年科学创造力的表现,设计了一份“中学生科学创造力测验”,从物体应用、问题提出、产品改进、创造想象、问题解决、实验设计、创造活动七个方面来考察青少年科学创造力的发展。研究表明,该量表具有较高的信度和效度。

关于青少年科学创造力的发展,人们进行了大量的研究,得出了不同的结论,概括起来有两种类型:(1)青少年的创造力随年龄的增大而提高;(2)青少年的创造力随年龄的增大呈持续上升趋势,但并非直线上升,而是波浪式前进。我们应用“中学生科学创造力测验”进行跨文化研究,对英国 11- 15 岁的 1307 名中学生及 12- 18 岁的 1087 名中学生科学创造力的发展进行研究,得出了如下结论:第一,青少年的科学创造力存在显著的年龄差异,随着年龄的增大,青少年的科学创造力呈持续上升的趋势,但在 14 岁时要下降;青少年是个体科学创造力迅速发展的关键时期;作为一种智能品质,个体的科学创造力在 17 岁时趋于定型。第二,青少年的创造力存在性别差异,但不同文化背景中成长起来的青少年,其创造力的性别差异具有不同的模式,一般情况下,在东方文化背景中成长起来的青少年,男生的创造力优于女生;而在西方文化背景中成长起来的青少年,女生的创造力优于男生。本研究表明:英国女生的科学创造力比男生强,差异显著;中国男生的科学创造力比女生强,差异不显著。第三,中英青少年

的科学创造力存在显著的差异。在创造性的问题解决能力方面,中国青少年明显高于英国青少年,但在创造性的物体应用能力、创造性的问题提出能力、创造性的技术产品改进能力、创造性的想象能力、创造性的实验设计能力、创造性的技术产品设计能力方面,中国青少年则明显低于英国青少年。第四,青少年的科学创造力存在显著的学校类型差异。重点中学的科学创造力明显高于普通中学的科学创造力,但在技术创造力方面,二者没有明显的差别。这个研究结论说明创造力存在于所有年龄、所有文化背景中,以及在各种程度上所有为人类工作和努力的领域中。

三、青少年科学创造力的培养

鉴于上述,创造力是可以培养的,但如何培养,研究者却有不同的观点,概括起来有两类:(1)通过创造技能的训练来培养创造力;(2)将创造力的培养贯穿于学科教学中。由于青少年的科学创造力是受多种因素影响的,不仅知识、智力、非智力等内部因素影响青少年科学创造力的发展,而且文化传统、社会氛围、家庭教育、学校教育等外部因素也对青少年科学创造力的发展有显著的影响,因此,青少年科学创造力的培养是一个系统工程,既要树立有利于青少年科学创造力发展的教育观念,又要优化有利于青少年科学创造力发展的育人环境,还要采取切实可行的培养措施;既有学校教育的作用,还有家庭和社会的影响。当然,学校教育在培养青少年的科学创造力方面具有举足轻重的作用。

1. 树立正确的教育观念,优化青少年科学创造力发展的环境

创造力的培养是素质教育的关键,青少年阶段是科学创造力迅速发展的关键时期,因此,科学创造力的培养应是中学教育特别是科学教学的主要目标之一。

在学校教育中,营造创新型的环境是培养青少年科学创造力的前提条件。创新型的环境主要包括人文环境、物质环境、班级环境和课堂环境。创新型的人文环境指学校所有的成员特别是校长和教师的思想意识、舆论导向、心理素质、人际关系、价值取向、教风学风、精神风貌等有利于学生

创造力的发展,具有正确的教育观、知识观、人才观、质量观和评价观等,坚信每一个学生都有一定的创造能力,坚信在学生创造能力的发展过程中,教育起着主导作用,坚信学生的创造能力有类型上的差异;学校的管理体制、组织机构、规章制度等能够为开展创造力培养提供组织上的保证。创新型的物质环境指校园建筑、校容校貌、教学设施等能对学生创新意识的形成产生积极的潜移默化的影响。创新型的班级环境指班级具有和谐的教育情境、优良的班风学风、有效的激励机制、浓郁的文化氛围、民主平等的师生关系、生动活泼的风貌等。创新型的课堂环境指教师采取民主型的教学方式,平等地对待学生,构建以培养创新意识和创造能力为核心的“学生主体”教育观念;鼓励学生独立思考、大胆质疑,让学生敢于标新立异、敢于挑战权威;形成学生主动学习、积极参与的生动活泼的课堂教学氛围。

2. 激发学习动机,培养青少年创造性的人格

科学学习动机具有唤起、定向、选择、强化等功能,影响青少年科学学习中的观察、记忆、思维、想象、问题解决等心理过程,同时,也影响着青少年科学创造力的发展。因此,要激发学生学习的科学动机。首先,自然科学是观察、实验和思维相结合的科学,它以其有趣的科学问题、丰富的科学现象、精美的科学实验、全面而辩证的思维,使学生产生了解其奥秘的欲望。科学教学中,要通过创设“问题”情景,充分发挥实验的作用,注意科学教学与实际相联系等方式,激发学生学习科学的动机。其次,使学生树立正确而长远的学习目标,帮助学生制订切实可行的近期目标,提高学生学习科学的自觉性和主动性。再次,培养学生的学习兴趣,科学学习的兴趣一般可以分为直觉兴趣、操作兴趣、因果兴趣、理论兴趣四个层次,科学教学中要使学生在直觉兴趣和操作兴趣的基础上,逐步过渡到因果兴趣和理论兴趣,从而能持久进行积极的思维和探索。

有关研究表明,创造性人才在人格上有如下特点:¹⁰(1)有高度的自觉性和独立性;(2)有旺盛的求知欲;(3)有强烈的好奇心;(4)知识面广,善于观察;(5)工作中讲求理性、准确性与严格性;(6)有丰富的想象力、敏锐的直觉,喜好抽象思维,对智力活动与游戏有广泛兴趣;(7)富有幽默感,

表现出卓越的文艺天赋; (8) 意志品质出众, 能排除外界干扰, 长时间地专注于某个感兴趣的问题之中。在教育教学中, 要培养青少年这些人格特点, 从而促进他们创造力的提高。

3. 有的放矢, 制订青少年科学创造力培养的规划

教育是一种有目的、有计划和培养人的活动, 与知识教学和其他能力的培养一样, 科学创造力的培养也需要制订规划, 以便提高培养效果和效率。青少年的科学创造力是在科学知识的学习和科学活动中形成和发展起来的, 其培养也必须贯穿在这些过程中, 而创造力是一种综合能力, 它包括多个方面。某一科学知识或活动, 可以培养科学创造力的不同方面; 反过来, 科学创造力的某一方面, 又可以由不同的知识或活动来培养。因此, 在科学教学中, 可以参照如下程序制订创造力的培养规划。第一, 根据教学目标确定科学教学需要培养的创造力方面的指标; 第二, 根据各部分知识或活动的特点, 确定它们所能培养的创造力方面和指标; 第三, 确定科学创造力各方面的主要培养章节和迁移章节; 第四, 根据各部分知识或活动培养创造力的任务, 选择适当的教学方法、教学手段和教学时间; 第五, 对初步制订的方案进行调整, 制订详细的能力培养方案。

4. 学习创造性思维和想象的方法, 训练青少年的创造性智能品质

课堂教学是学校教学的基本组织形式, 是实施素质教育的主渠道, 也是培养学生创造力的主渠道。第一, 通过介绍科学史, 激发学生的创造欲望, 使学生了解科学知识的发展和演变过程; 第二, 使学生掌握知识之间的联系及关系, 在大脑中形成“富有弹性的”知识网络, 为学生科学创造力的发展打下基础; 第三, 在知识教学中, 教师启发、引导学生积极、主动地从多方向、多角度发现问题、分析问题和解决问题, 鼓励学生发挥想象力和创造力, 不要预先树立是与非、对与错的绝对权威, 尊重学生提出的意见和问题, 并通过一题多变、一题多解等训练, 培养学生的发散思维能力; 第四, 改验证性实验为探索性和设计性实验, 培养学生的科学探究能力。

课外科技活动是青少年课外活动中与科学创造力发展最为密切的一项活动。在课外科技活动

中, 学生可以自制教具、模型, 设计实验, 需要查阅和研究资料, 进行设计、制作和实验, 因此, 能开阔视野, 激发对新知识的探索欲望, 增强自学能力、研究能力、操作能力、组织能力, 特别有利于技术创造力的发展与培养。

在课堂教学和课外科技活动中, 要使学生掌握创造性思维和创造性想象的基本方法以及一些创造技能, 如类比思维、等效思维、迁移思维、重组思维、逆向思维、头脑风暴、列举属性、遥远联想等, 并训练流畅性、灵活性、独创性等创造性的智能品质, 这是培养青少年科学创造力的基础工作。

最后, 在培养青少年的科学创造力时, 还要注意技能训练与学科渗透相结合、创造力培养与知识传授相结合、创造力培养与非智力因素培养相结合、创造力培养与思维能力培养相结合, 并选择有效的、灵活的教学方法。

注释:

Amabile, T. M. (1983). *The social psychology of creativity: A componential conceptualization*. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45, 357- 376

Sternberg, R. J. (1996). *Successful intelligence*. New York.

俞国良. 创造力和创新能力[M]. 北京: 华艺出版社, 1999.

Hu, w. & Adey, P. (in press). *A scientific creativity test for secondary school students*. *International Journal of Science Education*

张德琇. 创造性思维的发展与教育[M]. 长沙: 湖南师范大学出版社, 1990.

Torrance, E. P. (1962). *Guilding creative talent*. Prentice- Hall, NC.

De Bono, E. (1970). *Lateral thinking — a textbook of creativity*. London: Ward Lock Educational Limited

俞国良. 创新教育观念中的学校教育[J]. 天津师范大学学报, 2001, (1): 1- 6.

Taylor, C. W. (1967). *Questioning and creating: a model for curriculum reform*. *The Journal of Creative Behavior*, 1(1), 22- 33

10 林崇德. 培养和造就高素质的创造性人才[J]. 北京师范大学学报(社科版), 1999, (1): 5- 13.

[责任编辑: 赵永嵩]