



STEM教育理念下基于思维的科学教学

湖南省教育科学研究院 张敏



白云上的晚霞

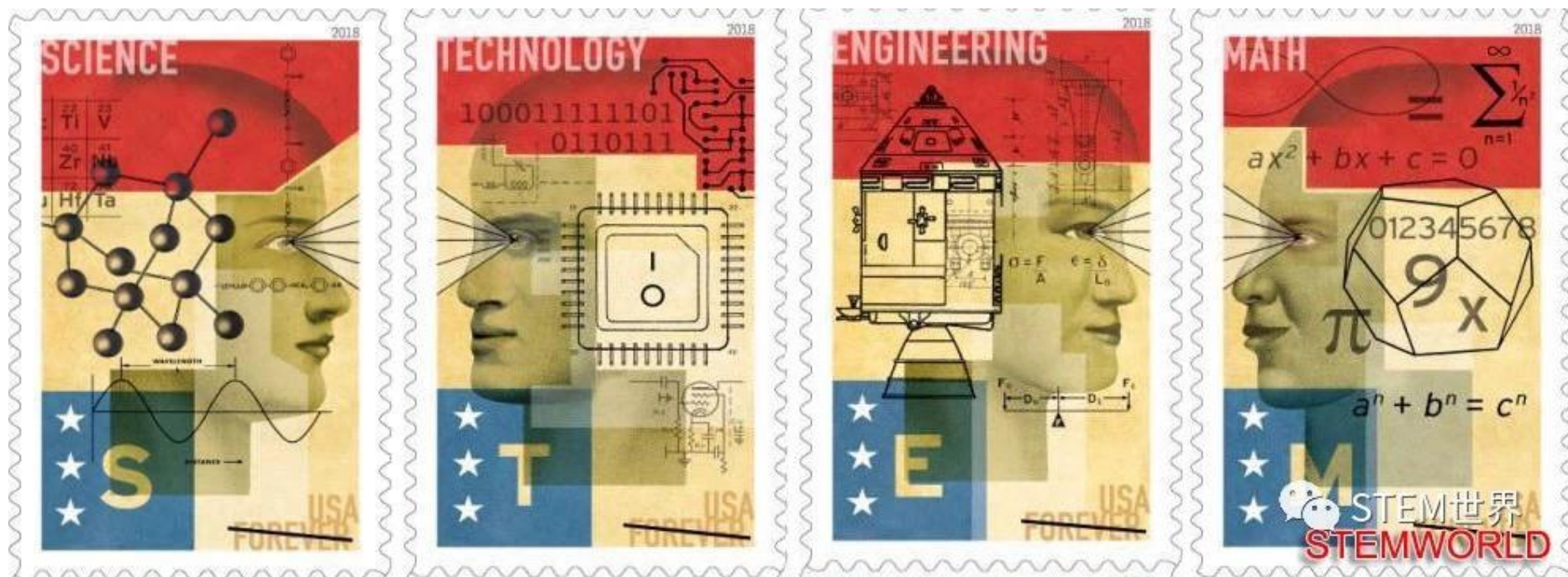
为什么和大家交流这样一个话题？

STEM

思维

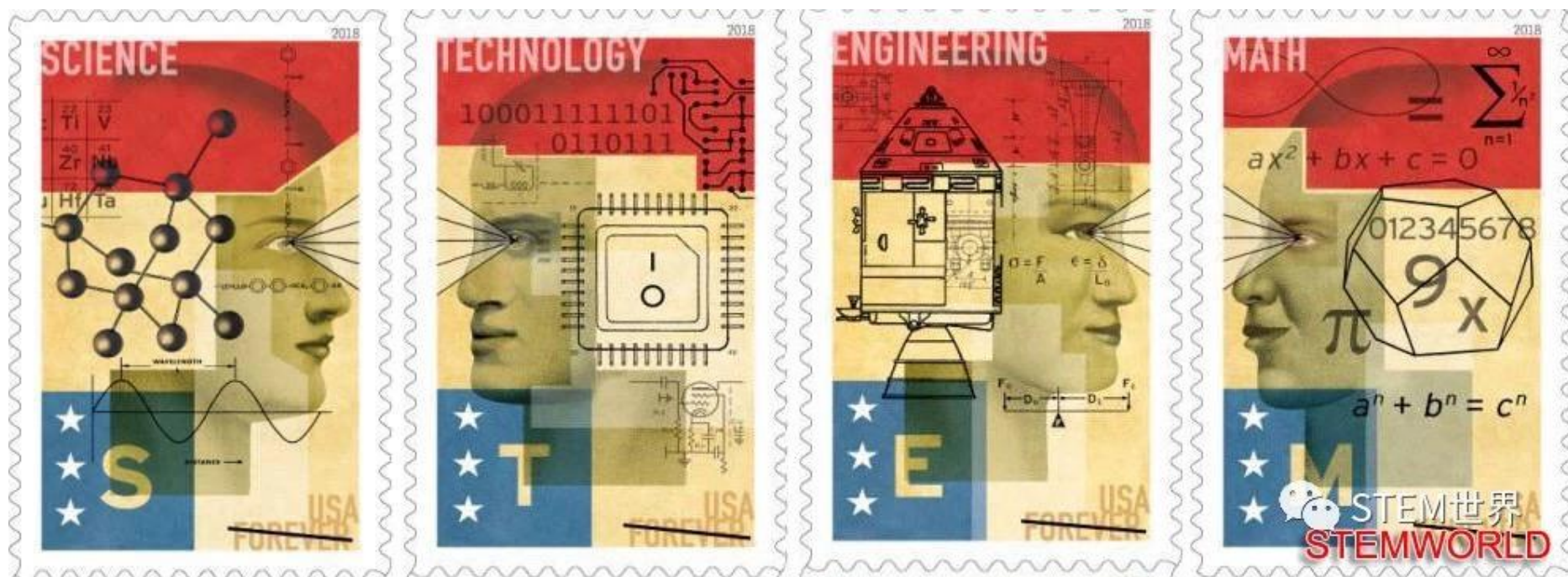
科学教学

STEM 邮票



邮票中表现的内容并非每个人都懂,但美国邮政发行的这套邮票,把**美国 STEM 的教育战略思想传递给了普通民众**。从这个意义上来说,这套邮票发挥的宣传教育功能,是许多流行题材邮票和纪念邮票无法比拟的。

人才的竞争 国力的竞争



为了激发公众的好奇心，每一枚邮票都用**脸部**、**符号**、**图画**和**数字**拼贴成画，代表着 STEM 学科的**复杂性**和**相互关联性**。

站在国家发展战略的高度来看待STEM教育的重要性

美国国家科学委员会于 **1986 年**发表的《本科的科学、数学和工程教育》报告,该报告首次明确提出“科学、数学、工程和技术”教育的纲领性建议,被视为美国 STEM 教育的开端。

2007年美国国会通过了《**国家竞争力法**》,大力加强了对STEM教育的投入,2016年美国研究所与美国教育部联合发布了《**STEM 2026: STEM教育创新愿景**》,对于STEM教育提出了新的要求。

2017年6月，中国教育科学研究院和STEM研究中心联合起草的关于探索和推进中国STEM教育的指导手册——《中国STEM教育白皮书》正式发布，标志着中国STEM教育开始走向更加全面、专业、成熟的发展道路。

2018年5月，中国教育科学研究院和STEM研究中心又联合起草发布《STEM教师能力等级标准（试行）》，对STEM教师需要掌握的专业知识和专业技能及实践操作等方面提出了指导意见。



中国教育科学研究院
National Institute of Education Sciences



中国教育科学研究院
STEM教育研究中心
STEM Education Research Center



中国教育科学研究院
National Institute of Education Sciences



中国教育科学研究院
STEM教育研究中心
STEM Education Research Center

中国 STEM 教育白皮书
(精华版)

STEM 教师能力等级标准（试行）

中国教育科学研究院

2017年6月20日

中国教育科学研究院 STEM 教育研究中心

2018年5月8日

中国STEM教育才刚刚兴起，还面临着很多问题和挑战



——王素《中国STEM教育白皮书》解读

中国STEM教育2029创新行动计划的主要内容



——王素《中国STEM教育白皮书》解读

各地积极探索STEM教育推进方式

深圳、江苏、成都等地均出台政策文件，开展STEM教育项目或开设STEM课程，有的还开展教师培训。

01

一批STEM教育机构健康发展

目前，社会上涌现出了很多有影响的STEM教育机构和组织，如上海STEM云中心、中国STEM教育协作联盟等

02

基于问题的教学方法、基于项目的教学方法、基于真实环境的教学方法等STEM教育常用的教学方法在一些学校开始实践与推广。

03

在一些大城市学校，除了国家课程要求的学科实验之外，还配备了一些更高深的实验室，这些实验室可以和高校有更紧密地联系。

04

STEM教育方法得到推广

STEM主题实验室落户中小学

——王素《中国STEM教育白皮书》解读

从相关的政策文本来看，早期我国的STEM教育更多的体现在对综合课程的倡导上，例如1999年《中共中央国务院关于深化教育改革，全面推进素质教育的决定》提出要改变课程过分强调学科体系、脱离时代和社会发展以及学生实际的状况，加强课程的综合性和实践性，重视实验课教学，培养学生实际操作能力。

从新时期的政策来看，我国STEM教育的实施则更多体现为科学课程。例如，按照2017年教育部印发的《义务教育小学科学课程标准》，小学科学课程的内容主要包括物质科学、生命科学、地球与宇宙科学、技术与工程四个领域，同时该标准指出，小学科学课程是一门实践性课程、也是一门综合性课程。

——王素《中国STEM教育白皮书》解读

STEM 教育将原本分散的学科**融合**起来形成一个跨领域的整体,重在培养学生的**科学素养、技术素养、工程素养和数学素养**,目的是将技术和工程学并入常规课程,并以此对数学、科学等学科的教学进行彻底革新。

STEM 教育法试图彻底**改变**以老师为中心的典型课堂模式,鼓励发展一种**问题解决式、探索发现式**学习的课程模式,这个模式要求学生积极参与,以寻求问题的解决方法。



什么是思维？

思维：是指人对客观事物**本质特征**和**规律性联系****间接**的和**概括**的反映，是人脑的机能，是人类认知的高级阶段。

思维对事物的**间接**反映，是指它通过**其他媒介**作用认识客观事物，及借助于已有的知识和经验，已知的条件**推测未知**的事物。

思维的**概括性**表现在，它对一类事物**非本质属性**的摒弃和对其**共同本质特征**的反映。

STEM教育理念在小学科学教学中的融合与创新

基于思维的科学教学

如果我们的科学教学能建立在这样的基础上，来培养学生的科学素养，我们的课程价值将会多么大。

STEM教育理念下基于思维的科学教学

- ◎ 为什么要开展STEM教育理念下基于思维的科学教学
- ◎ 什么是STEM教育理念下基于思维的科学教学
- ◎ 怎样开展STEM教育理念下基于思维的科学教学

一、为什么要开展STEM教育理念下基于思维的科学教学

1. 科学课的特征要求
2. 科学课程标准的要求
3. 科学素养的形成要求
4. 人工智能时代的社会要求
5. 科学课程实施现状的要求

.....

1.科学课的特征要求

1. 问题特征
2. 思维特征
3. 建构特征
4. 合作特征

问题特征、建构特征与合作特征是形成思维特征的基础；反过来，思维特征又能为问题特征、建构特征与合作特征的形成更好服务。

2. 科学课的课标要求

课程性质：小学科学课程是一门实践性课程。

强调从学生熟悉的日常生活出发，通过学生亲身经历**动手动脑**等实践活动，了解科学探究的具体方法和技能，**理解**基本的科学知识，**发现**和**提出**生活实际中的简单科学问题，并尝试用科学方法和科学知识予以**解决**，在实践中**体验**和积累认知世界的**经验**，提高科学能力，培养科学态度，学习与同伴的交流、交往与合作。

课程理念：倡导探究式学习

小学科学课程的学习方式是**多种多样的**，**探究式学习**是学生学习科学的重要方式。**探究式学习**是指在教师的**指导、组织和支持**下，让学生**主动参与、动手动脑、积极体验**，经历科学探究的**过程**，以获取**科学知识、领悟科学思想、学习科学方法**为目的的**学习方式**”。

——2017版小学科学课程标准

强调突出创设学习环境，为学生提供更多自主选择的学习空间和充分的探究式学习机会，强调**做中学**和**学中思**。

课程理念：突出学生主体地位

学生是学习与发展的**主体**，教师是学习过程的**组织者、引导者和促进者**。在小学科学教学中，教师要突出学生的主体地位，基于学生的**认知水平**，联系学生**已有的知识和经验**，充分利用学校、家庭、社区等各种资源，创设良好的**学习环境**，引起学生的**认知冲突**，引导学生**主动探究**，启发学生**积极思维**；要重视**师生互动**和**生生互动**，引导学生对所学知识和方法进行**总结与反思**，使学生逐步学会调节自身的学习，能够独立和合作学习，克服学习过程中的困难，成为一个具有**终身学习能力**的学习者。

——2017版小学科学课

课程目标：科学探究目标

探究式学习方式8个探究要素能力的培养：

1. 提出问题
2. 作出假设
3. 制定计划
4. 搜集证据
5. 处理信息
6. 得出结论
7. 表达交流
8. 反思评价

增加了初步了解**分析、综合、比较、分类、抽象、概括、推理、类比**等思维方法，发展**学习能力、思维能力、实践能力和创新能力**，以及运用科学语言与他人**交流和沟通**的能力。

并在学段目标中强调了**好奇心、问题意识、思维、质疑、反思、评价**等。

教学建议：

强调动手动脑做科学，探究的每个要素都会涉及多个科学思维方法，精心设计探究问题、处理好学生自主和教师指导的关系等。

教学建议：学科关联建议

与数学的关联与互动、与语文的关联与互动、与综合实践活动的关联与互动……

倡导跨学科学习方式。科学(science)、技术(technology)、工程(engineering)与数学(mathematics)，即STEM,是一种以项目学习、问题解决为导向的课程组织方式，它将科学、技术、工程、数学有机地融为一体，有利于学生创新能力的培养。科学教师可以尝试运用与自己的教学实践。

3. 科学素养的形成要求



科学核心素养的4个层面：

1. 科学观念与运用
2. 科学思维与创新
3. 科学探究与交流
4. 科学态度与责任



科学观念与运用

“科学观念” 是从科学视角形成的自然现象的**基本认识**；是科学概念和规律等在头脑中的**提炼和升华**；是运用科学知识和方法**解释**自然现象和**解决**实际问题的能力。

科学思维与创新

“科学思维” 是从科学视角对客观事物本质属性、内在规律及相互关系的**认识方式**，对科学中的**基础理论、理想模型和经验事实之间关系的理解**；是分析综合、抽象概括、推理论证等科学思维方法的**内化**；是基于事实证据和科学推理对不同观点和结论提出**质疑、批判**，进而提出创造性见解的**能力与品质**。主要包括**模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新**等要素。

科学探究与交流

“**科学探究**”是指具有科学探究的**意识**，能在真实情境中提出科学**问题**，形成**猜测和假设**，利用科学方法获取和**处理**信息，形成**结论**，以及对实验探究过程和结果进行**交流、评估、反思**的能力。主要包括**问题、证据、解释、交流**等要素。

科学态度与责任

“**科学态度与责任**”是指在认识科学本质，理解科学·技术·社会·环境（STSE）的关系基础上形成的对科学和技术应有的**正确态度**以及**责任心**。具有学习科学和探索自然的**内在动力**，严谨认真、实事求是和持之以恒的**探索精神**，独立思考、敢于质疑和善于反思的**创新精神**，以及保护环境、推动可持续发展的**责任感**。能尊重自然、遵守科学伦理和道德规范。主要包括**科学本质、科学态度、社会责任等**要素

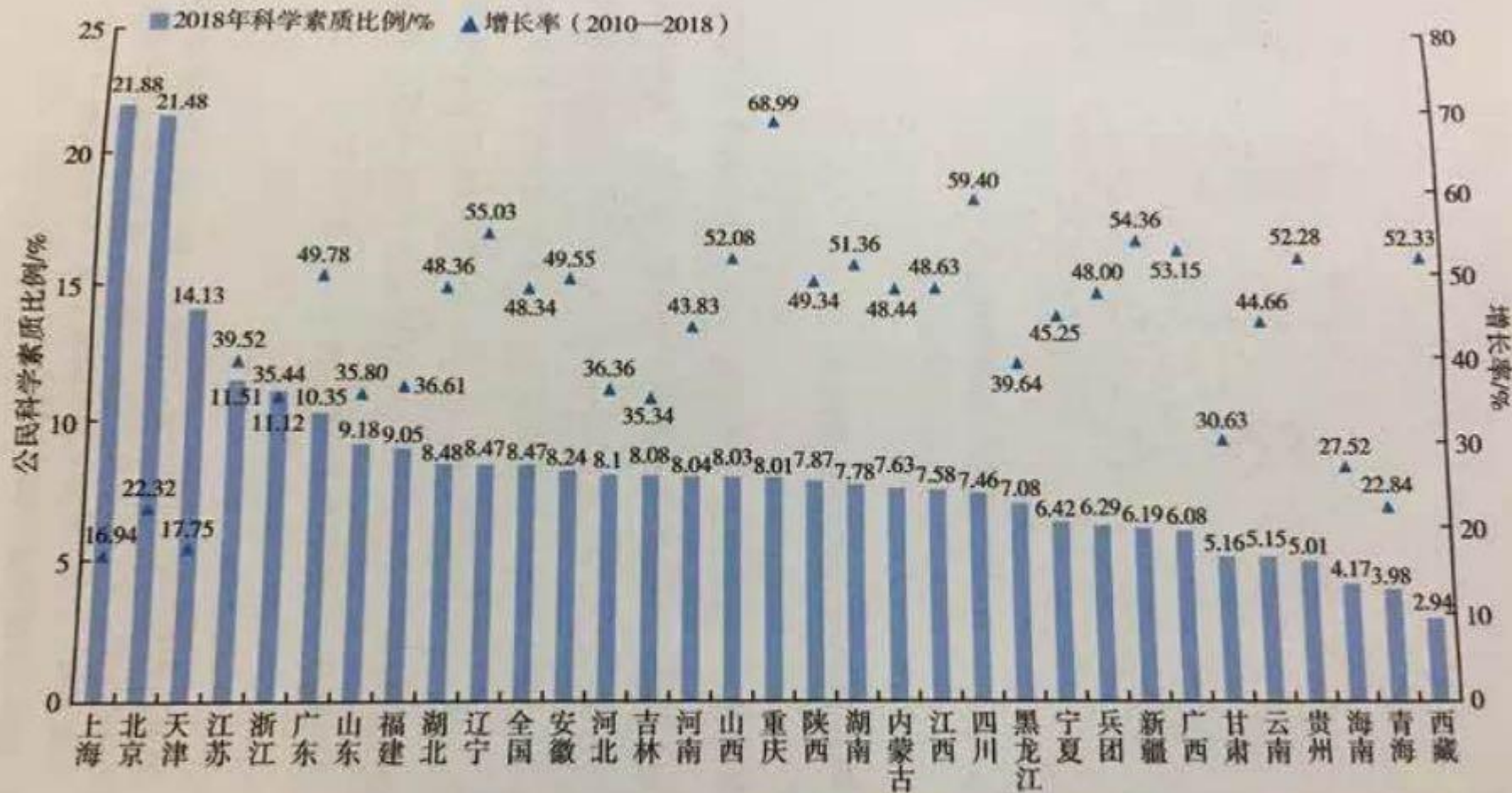


图2 2018年各省、自治区、直辖市公民科学素质水平及增长率

4. 人工智能时代的社会要求

“技术造成的人力精简，将在今后五年内，导致全球发达国家失去**500**万个工作岗位。”

——2016年世界经济论坛的报告《未来的工作》

未来，人类的工作会变成什么样？



人工智能会给我们带来怎样的未来？

难以被AI所替代的、具有批判性思维、创造性思维、决策思维与问题解决能力的高阶思维能力的各领域的顶尖专家与人才。

创新引领世界

- 美国长期以来一直是一个创新的家园。这是我们的DNA，与生俱来的领先于时代的对自由的渴望。

——美国教育部：《回应变革世界之挑战》

- 创新精神是决定美国在21世纪获得成功的唯一最重要因素……创新精神一直深深地植根于美国的精神之中……我们美国人一旦停止创新，就不再是真正的美国。

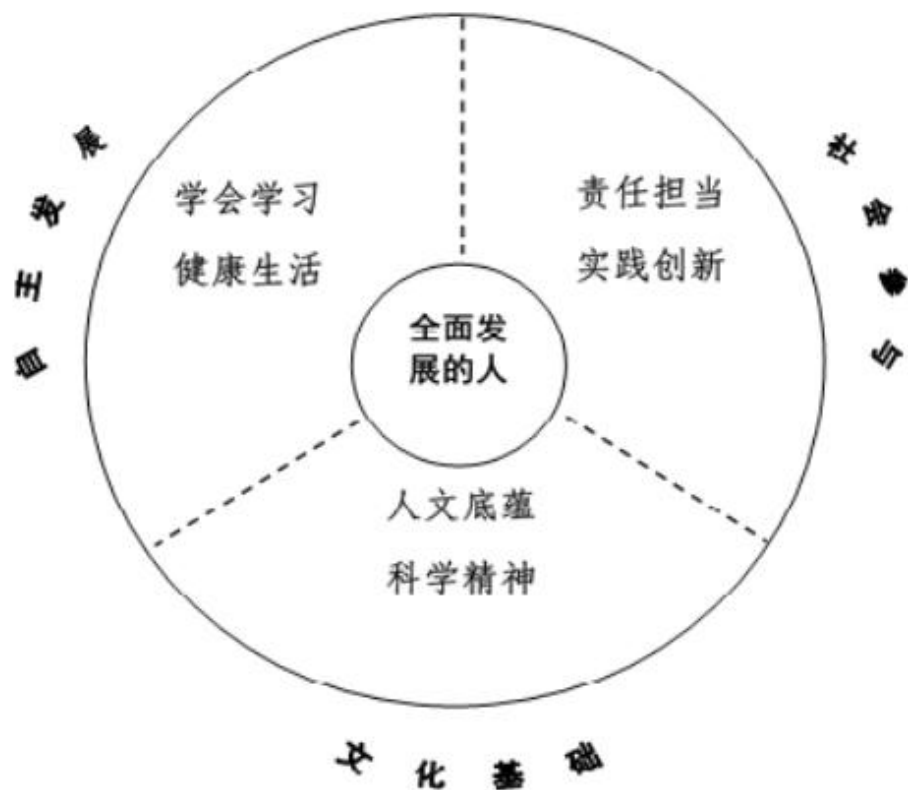
——美国竞争力委员会：《创新美国》₈

2017年10月习近平主席在十九大报告中指出：
“**加快建设创新型国家，要瞄准世界科技前沿，强化基础研究，实现前瞻性基础研究、引领原创性成果重大突破。**”

科学学科在培养创新型人才中的重要地位

小学科学是一门国家正式颁布的义务教育基础课程，它是一门**基础性、实践性、综合性**课程；也是现阶段能与国际先进**STEM**教育理念紧密结合，和能较好融合创新的一门基础课程。

它以**面向全体、倡导探究式学习、保护学生好奇心和求知欲、突出学生主体地位**等先进课程理念，深深吸引着老师和孩子们，也可以说它是初高中物理、化学、生物、地理四门课程的起始教学。



在国家、社会、家长日益关注学生发展核心素养的今天，小学科学课程的课程目标就直接指向《中国学生发展核心素养》三个方面的5大素养：**科学精神、学会学习、健康生活、责任担当、实践创新。**

信息名称: 教育部关于印发《义务教育小学科学课程标准》的通知
信息索引: 360A26-65-2017-0002-1 生成日期: 2017-02-06 发文机构: 中华人民共和国教育部
发文字号: 教基二〔2017〕2号 信息类别: 基础教育
内容概述: 教育部印发《义务教育小学科学课程标准》。

教育部文件

教基二〔2017〕2号

教育部关于印发《义务教育小学科学课程标准》的通知

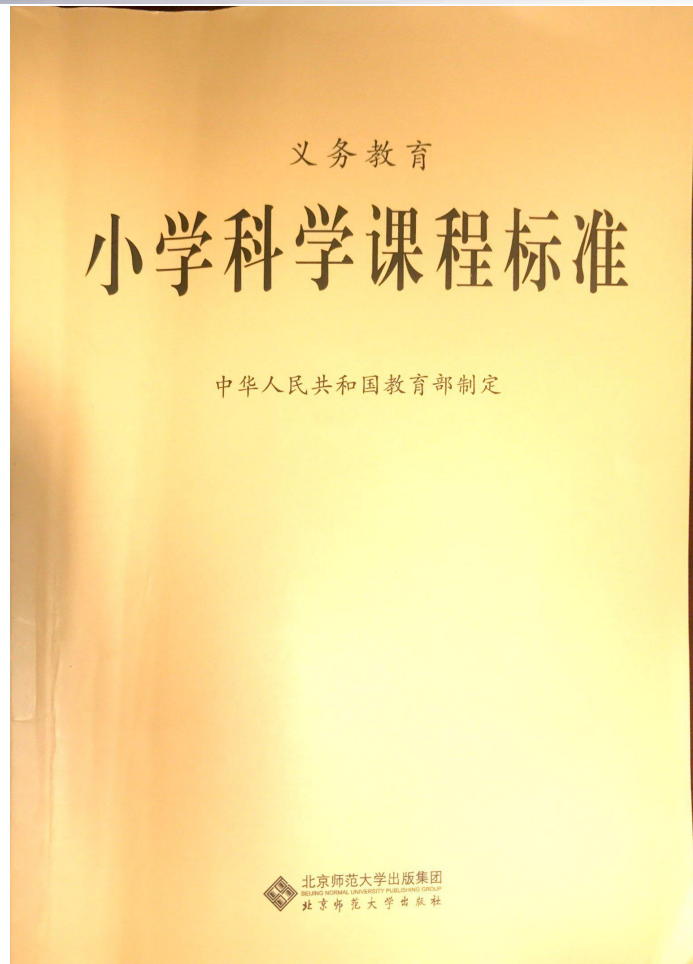
各省、自治区、直辖市教育厅（教委），新疆生产建设兵团教育局：

2001年启动新一轮基础教育课程改革以来，经过十余年的实践探索，小学科学课程对培养学生科学素养发挥了重要作用。但在实践中也存在课程适宜性、可操作性、时代性和整体性有待增强等问题。为进一步加强小学科学教育，根据立德树人工作总体部署，我部组织专家对小学科学课程标准进行了修订完善，现正式印发，于2017年秋季开始执行。有关要求通知如下：

1.充分认识小学科学教育的重要性。科学教育是立德树人工作的重要组成部分，是提升全民科学素质、建设创新型国家的基础。小学科学教育对从小激发和保护孩子的好奇心和求知欲，培养学生的科学精神和实践创新能力具有重要意义。各地要高度重视，以课程为统领，切实加强小学科学教育。

2.全面加强学习培训工作。各地要全面做好课程标准的宣传和培训工作，纳入校长、教师培训计划，组织专题培训，强化全员培训。要结合地方教育实际特别是师资队伍情况等，整体设计培训课程，丰富培训方式方法，注重理论培训与实践研修相结合，帮助校长、教师深入理解课程标准的基本理念和基本要求，提升教育水平。

3.确保落实规定课时。小学科学课程起始年级调整为一年级。在我部组织修订《义务教育课程设备实验方案》前，原则上要按照小学一年



在国家大力提倡减轻学生负担的情况下，2017版小学科学课程标准规定：**从小学1、2年级起开设科学课。**



5. 科学课程实施现状的要求

现阶段我国小学科学课程，在学校实施过程中，相当多地区还处于**非常薄弱**的地位。

几组数据

这是2018年，对某地区3200多名一线小学科学教师开展的问卷调查的部分数据。

1.您所在学校的学生是否喜欢科学课？

A喜欢：82.44%

B不喜欢：6.57%

C不太清楚：10.99%

2.如果有机会您会考虑选择其他学科？

A会：60.93%

B不会：39.07%

数据背后的思考

当**82.44%**的学生喜欢科学课的时候，却有**60.93%**的科学老师如果有机会就会考虑选择不教科学，这说明了什么？

无疑，这组数据说明了，科学是义务教育阶段一门充满魅力的基础课程，**82.44%**的学生非常喜欢科学这门课程。

无疑，这组数据也告诉了我们，**60.93%**的一线科学老师是不想教科学这门课程的，原因何在？也许接下来的数据又会再给你一些思考。

所以，我每到一所学校，每参与一次活动，我都会承担起来国家教育部基础教育司发言人的角色，我就会告之**国家对这门课程的重视，国家对教育的投入有多大，科学这门课程的价值有多大**，我们落实开展好科学这门课程，是落实国家意志，是国家对每所学校每个科学老师提出的工作要求。

二、什么是STEM教育理念下基于思维的科学教学

(一) STEM教育理念

(二) 基于思维的科学教学

(三) STEM教育理念下基于思维的科学教学

(一) STEM教育理念

STEM是科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineering)和数学(Mathematics)四门学科的简称。传统的分科教学注重学科本位,现实世界中的问题往往是跨学科的,因而分科教学不利于创新精神培养。

在此背景下,STEM教育应运而生。STEM教育并不是四门学科的简单叠加,而是将四门学科内容组合形成有机整体,以更好培养学生创新精神与实践能力。**跨学科整合**是STEM教育的核心。

如今，在以美、德等为代表的发达国家中，STEM教育均位居**国家行动的战略高度**，承担着打造本国在**全球范围内核心竞争力**的重大任务。

STEM教育是跨学科、跨学段的连贯课程群，培养学生**运用所学知识，创造性解决问题的能力**是STEM教育的主要目标。

它虽涵盖了各个学科与学段，但它更像是一个切入点，很可能会对教育领域的综合改革起到牵一发而动全身的作用，**创新人才培养模式，撬动课程改革**，并在中小学教育、职业技术教育、高等教育、继续教育等多个领域产生系统性影响。

大问题设计 大活动清单 大概念跨学科课程设计

活动标题	主要学科	具体活动举例
活动15: 生物分子3——代谢/极端微生物	生物学	
活动16: 在实验室中制造生命	生物学	
活动17: 复制基因的起源	生物学	
活动18: 细胞的起源	生物学	
活动19: DNA	生物学	•DNA 生物合成过程是如何进行的?
活动20: 遗传/突变	生物学	
活动21: 撞击者	地球科学	•设置在线模拟陨石或小行星撞击地球的参数
活动22: 早期地球	地球科学	•大卫·德·马雷斯 (DavidDesMarais 演讲嘉宾)
活动23: 深时 (Deep Time)	地球科学	
活动24: 火星和金星的行星学	天文学	•人类应该移居火星吗?
活动25: 化石记录	地球科学	•化石的处理、观察和记录
活动26: 生命的分子记录	生物学	
活动27: 地球上的早期生命 - 寒武纪和前寒武纪	生物学	•模拟地球上的原始汤 (“Primordial Soup”)
活动28: 4个问题/地球时间表回顾	地球科学	•课外任务举例: 回忆课程中学到的 3 个令人讶异的概念, 并选择其中一个向他人展示该概念的“模型”, 演示过程中需运用部分课堂活动或任何其他资源。整理支持各单元“大概念”的证据, 并用概念图进行总结。

活动标题	主要学科	具体活动举例
活动1: 欢迎来到“起源课程/哈勃深渊 (Hubble Deep Field, HDF)	天文学	•引入: 大爆炸理论
活动2: 4个问题/数量级	综合	
活动3: 什么是科学?	综合	
活动4: 太阳系、星空的规模	天文学	•在哈勃太空望远镜拍摄的图像中计算星系的数量
活动5: 宇宙是由什么构成的?	化学	
活动6: 太阳 (和所有恒星) 如何产生能量?	化学	
活动7: 太阳系是如何形成的?	天文学	•使用不同大小的球体来按比例构建太阳系
活动8: 地球的结构	地球科学	•比较指甲的生长与板块构造运动
活动9: 变化率/动态地球	地球科学	•模拟地球上的地震波: 学生共同连成一个手臂链来感受地震波类型之间的差异
活动10: 地质年代和放射性年代测定	地球科学	•使用许多袋不同的爆米花来取样放射性同位素及其半衰期
活动11: 进化与生命	生物学	•一个不完全自我复制的机器鸡是否可以被认为是活着的?
活动12: 家谱和自然选择	生物学	•以吃巧克力豆来表示自然选择对目标人群的影响
活动13: 生物化学1——分子	化学	
活动14: 生物分子2——4种不同的类型	生物学	

如果把STEM教育的学习目标、学习方式与学习理念等，融合创新在小学科学教学中，注重学生在科学学习中**批判性思维、创造性思维、问题解决能力、决策思维、元认知**等高阶思维能力的培养，将产生不可估量的影响。

(二) 基于思维的科学教学

思维是课堂教学中师生的核心活动

教学活动是教师教的活动和学生学的活动的有机统一。

学生学的活动：

不论是明确学习目的
感知学习材料
理解所学知识
掌握学科方法
迁移运用知识
反思学习过程

还是提出问题
分析问题
解决问题
师生互动
生生互动

.....

其核心活动都是思维

教师教的活动：

不论是 确定教学目标
了解学生基础
进行教学设计

还是 创设教学情境
组织教学活动
反思教学过程

.....

其核心活动也是思维

科学思维是科学学科最本质的特征

自然科学的研究对象具有**客观性**，不依人的意志而转移，而我们要认识它们，就必须在**头脑中形成**对整个科学世界本质的、完整的、深刻的**反映**，就要对观察过的科学现象、科学事实、科学过程等在**大脑中形成**清晰的科学图景，并反复**加工**、合理改造、去粗取精，从感性认识上升到理性认识，此即**科学思维**。

1.科学思维的基本形式

(1) 科学抽象思维

(2) 科学形象思维

(3) 科学直觉思维

(1) 凡是以**科学概念**为思维材料，以科学概念、科学判断和科学推理的形式来反映自然界物质的形态、结构、性质、运动规律及物质间相互作用，达到对科学事物的本质特征和内在联系的认识过程，就称为科学**抽象思维**。

(2) 以**科学表象**为思维材料而进行的思维，形象性、动态性和创造性是科学**形象思维**的基本特点。

(3) 科学**直觉思维**就是以**科学概念和科学表象结合**而成的、具有**整体功能的“知识组块”**为思维材料而进行的思维，是指人脑不借助于逻辑推理而综合运用已有知识、表象和经验知觉，以高度省略、简化、浓缩的方式洞察事物的实质，并迅速做出猜测、设想或突然领悟的思维。

2. 科学思维的基本方法

分析与综合

分析是指在头脑中把事物的整体分解为各个组成部分的过程，或者把整体中的个别特性、个别方面分解出来的过程；

综合是指在头脑中把对象的各个组成部分**联系起来**，或把事物的个别特性、个别方面结合成整体的**过程**。

分析和综合是相反而又紧密联系的同一思维过程不可分割的两个方面。没有分析，人们则不能清楚地认识客观事物，各种对象就会变得笼统模糊；离开综合，人们则对客观事物的各个部分、个别特征等有机成分产生片面认识，无法从对象的有机组成因素中完整地认识事物。

比较与分类

比较是在头脑中确定对象之间差异点和共同点的思维过程。

分类是根据对象的共同点和差异点，把它们区分为不同类别的思维方式。

比较是分类的基础。比较在认识客观事物中具有重要的意义。只有通过比较才能确认事物的主要和次要特征，共同点和不同点，进而把事物分门别类，揭示出事物之间的从属关系使知识系统化。

抽象和概括

抽象是在分析、综合、比较的基础上，抽取同类事物共同的、本质的特征而舍弃非本质特征的思维过程。

概括是把事物的共同点、本质特征综合起来的思维过程。

抽象是形成概念的必要过程和前提。

推理与论证

推理是由一个或几个已知的**判断**(前提)推出**新判断**(结论)的过程,有**直接推理**、**间接推理**等。

推理按推理过程的思维方向划分,主要有演绎推理、归纳推理和类比推理。

演绎推理: 由普遍性的前提推出特殊性结论的推理。

归纳推理: 由特殊的前提推出普遍性结论的推理。

类比推理: 它是从特殊性前提推出特殊性结论的一种推理,也就是从一个对象的属性推出另一对象也可能具有这属性。

论证: 用证据来证明

科学教学的核心目标是让学生懂得**什么是证据**，
怎样用**可靠的证据**（包括数据）去**证实世界**。

“证据意识”，科学课堂教学中发展儿童核心科学素养的**关键落脚点**。

模型建构

模型建构是一种重要的科学方法。《美国国家科学教育标准》中要求学生：“运用**逻辑**和**证据**来构造和修改**科学解释**和**科学模型**”，将其作为科学探究所需要的基本能力。

模型是人们为了某种目的而对认识对象所做的一种简化的描述，这种描述可以是**定性的**，也可以是**定量的**；有的借助于具体的实物或其他形象化的手段，有的则通过抽象的形式来表达。

模型分三类：**物理模型**、**概念模型**、**数学模型**。

3.科学思维的主要品质

(1) 思维的深刻性

(2) 思维的灵活性

(3) 思维的批判性

(4) 思维的敏捷性

(5) 思维的独创性

(1) 思维的**深刻性**：反映思维的抽象程度和逻辑水平，以及思维活动的广度、深度和难度。

它表现在善于深入地、逻辑清晰地思考科学问题；善于把握事物的本质和规律，而**不被表面现象所迷惑**；善于开展系统的、全面的科学思维活动；善于从整体上用联系的观点认识事物，掌握科学知识，严密地推理论证。

(2) 思维的**灵活性**：是指科学思维活动的灵活程度，科学思维活动能够根据客观情况的变化而变化。

它具有4个显著特点，一是**思维方向灵活**。善于从不同的角度、不同的方面去思考问题，善于运用不同的知识，用不同的方法正确地解决问题。

二是**思维过程灵活**。从分析到综合，从综合到分析，善于组合分析科学问题，伸缩性大。

三是**迁移能力强**。对科学知识和科学方法能够有效地正迁移。

四是**思维结果灵活**。思维的结果具有多样性、灵活性和合理性。

(3) 思维的批判性：是指科学思维活动中善于严格地估计思维材料和精细地检查思维过程的智力品质。

它具有5个主要特点，第一**分析性**。即在思维过程中不断地分析解决问题所依据的条件和反复验证已拟订的假设、计划和方案。

第二**策略性**。根据原有的思维水平、知识结构在头脑中构成相应的策略或解决问题的方法、步骤、手段，然后使这些策略在思维活动中生效。

第三**全面性**。即在思维活动中善于客观地考虑正反两方面的依据，认真把握问题的进展情况，随时坚持正确的计划并修改错误的方案。

第四**独立性**。即善于**独立思考问题**和**明辨是非曲直**，**不人云亦云**，**不盲目附和**。

第五**正确性**。即思维过程清晰、严密，思维结论正确，能实事求是地分析问题。

(4) 思维的**敏捷性**：是指思维过程的速度或迅速程度。思维的**速度**和**正确性**是思维敏捷性的两个重要指标。

思维的敏捷性是指**快速、准确**地**抓住**所学内容，在头脑中予以**内化**；在**运用**科学知识解决问题时，**迅速、准确**地将问题信息**输入**到头脑中，**利用**原有的认知结构，**找出**问题的关键所在，**迅速、适当地提取**知识和方法，周密地进行**考虑**，**正确**地**解决**问题。

(5) 思维的**独创性**：即思维的创造性。它表现为善于独立思考，善于创造性地发现问题和解决问题。

思维的独创性有3个特点：一是**独特性**。即有自己独特的思维方式。二是**新颖性**。即善于采用新的思维方法进行思维。三是**发散性**。即善于在广阔的领域内思考问题。

思维的**独创性**是在**深刻性**基础上引申出来的一种思维品质。

需要指出的是，科学思维品质的深刻性、灵活性、批判性、敏捷性和独创性，是完整的思维品质的组成因素，它们之间是**相互联系、密不可分**的。

思维的深刻性是一切思维品质的基础。思维的灵活性和独创性具有**交叉**的关系，灵活性具有广度和富有顺应性，独创性则更有深度和新颖性，从而获得创造力。思维的**批判性**是在深刻性基础上发展起来的品质，只有深刻地认识、周密地思考，才能全面而准确地判断、反馈和调节。同时，只有不断地自我批评和调节思维过程，才能使主体更深刻地揭示事物的本质和规律。思维的**敏捷性**则没有一个思维过程，它是以其他的思维品质为前提的，同时又是其他思维品质的具体表现。

4. 科学思维的基本技巧

归纳思维、演绎思维、批判思维、集中思维、
侧向思维、求异思维、求证思维、逆向思维、
横向思维、递进思维、想象思维、分解思维、
推理思维、对比思维、交叉思维、转化思维、
跳跃思维、直觉思维、渗透思维、统摄思维、
幻想思维、灵感思维、平行思维、组合思维、
辩证思维、综合思维、核心思维、虚拟思维

5.基于思维的科学教学理论

第一 动机激发

动机作为非智力因素之一，不仅是其他非智力因素的前提与基础，对创造力发展有着重要作用。

在教学过程中，要创设良好的**教学情境**，设置适当地**问题情境**，激发学生的**内在学习动机**，调动学生学习的**积极性**，使其产生强烈的**求知欲**，保持**积极的学习情感与态度**。

创设情境

核心素养着力解决的是提高学生面对复杂情境下的问题解决能力。传统的教学以知识点的掌握为核心，忽视知识学习过程中，真实情境的创设和知识应用于真实情境的问题解决能力的培养，不能有效培养学生的核心素养。

良好情境的标准包括：

基于生活实际，接近真实情境；

紧扣教学内容，突出教学重点；

引起认知冲突，激发积极思维；

融入情感因素，激发内在动机；

适合学生水平，符合最近发展区要求；

具有形象性、具体性、探究性和可感知性。

提出问题

从思维的角度来讲，提出科学问题的**基本方法**：

分析科学事物之间的联系及关系

分析实验事实与已有理论的矛盾

分析科学理论内部的逻辑困难

比较多种假说之间的差别

追求科学理论的美

分析科学与其他学科之间的矛盾

寻求客观事物的本质属性和规律

满足社会和技术的要求等

优秀问题的标准： 问题的设计有**思维性和挑战性**、**开放性和探索性**、**准确性和適切性**、**层次性和条理性**；留足思考时间，给予恰当引导；反馈具有针对性，鼓励自我评价。

第二 认知冲突

认知冲突是指在认知发展过程中原有认知结构与现实情境**不相符**时在心理上所产生的**矛盾或冲突**。

皮亚杰认为**顺应或调节**是解决认知冲突的有效方法，只有通过调节不断解决认知冲突，才能促使人的认知活动不断丰富和发展。

课堂教学中，教师要根据课堂教学目标，抓住教学重点，联系已有经验，设计一些能够使学生产生认知冲突的“**两难情境**”或者看似与现实生活和已有经验**相矛盾**的情境，以此激发学生的参与欲望，启发学生积极思维，引导学生在探究问题的过程中领悟方法、学会知识、发展能力，主动完成认知结构的**构建过程**。

第三 自主建构

自主建构包括**认知建构**和**社会建构**两个方面。

根据建构主义的**认知建构**思想，在课堂教学中，教师应恰当地列举生活中的典型事例，唤起学生已有的**感性认识**；运用观察和实验来展示有关事物发生、发展和变化的**现象和过程**；联系学生已有的生活经验和知识进行教学；要重视概念、规律、理论等的**形成过程**；让学生掌握建立概念、规律、形成知识、分析问题、解决问题的**方法**；提出高认知问题、重视探究教学；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**，建构合理的**学科结构**，为学生创造力的发展打下良好的基础。

建构主义理论的**社会建构**思想体现在课堂教学中主要是**课堂互动**。课堂互动是课堂教学中最基本、最主要的人际关系，也是一种常用的教学方式。

在课堂教学情景中，**教师和学生之间、学生和学生**之间发生具有**促进性或抑制性**的相互作用、相互影响，进而达到师生心理或行为的改变。

从课堂互动的主体来讲，有课堂师生互动和课堂生生互动；从课堂互动的内容来讲，有行为互动、情感互动、思维互动。

行为互动是课堂教学中师生的外在表现，情感互动是思维互动和行为互动的基础，而思维互动则是互动的核心。

教学过程中，创设平等和谐的互动情景，促进师生和同伴之间团结友爱、互帮互助的正向情感的建立，激发师生和同伴之间积极的思维互动，可以有效促进学生创造力的发展。

第四 自我监控

自我监控是主体将活动本身作为意识的对象，不断对其进行积极主动的计划、检查、评价、反馈、控制和调节。

自我监控能力不仅是**教师教学能力的核心**，而且是**学生学习能力的核心**，影响着教学过程和教学效果，也影响着学生创造性的发展。

教学监控能力包括：课前的计划与准备性、课堂的反馈与评价性、课堂的控制与调节性和课后的反思性。

在**教学设计**环节，不仅要设计每节课，而且要有一个长期的教学规划（包括知识教学、能力和非智力的培养）和系统的教学设计。

在**教学实施**环节，要监控整个教学过程，根据教学实际情况，合理调整教学难度、教学方法和教学速度。要重视知识和方法的应用及迁移。

特别是要重视**教学反思**环节，即在每一次课堂活动即将结束时，教师都要引导学生对学习对象、学习过程、思维方式、所学知识和方法等，进行**总结和反思**。

通过**总结**和**反思**，使学生加深对**知识**和**方法**的理解，总结学习中的**经验**和**教训**，形成自己的**认知策略**，发展自己的**认知结构**，提高**自我监控能力**。

总结反思是自我监控思想的基本要求

良好的总结反思要做到：

1. 结构合理，便于学生建构合理的**学科结构**；
2. 内容全面，包括**知识和方法**的总结；
3. 既反思探究**过程**，有反思探究中的**经验教训**；
4. 引导恰当，基于学生反思能力，立足学生积极参与，展示学生**思维过程**，引导学生**自主完成**；
5. 针对性强，围绕教学的**重点、难点和关键点**；
6. 教给学生探究、总结和反思的**方法**；
7. 注意对**易错点**进行总结和反思。

合作交流

基于适合合作互动的高认知问题，创设有利于合作互动的**教学情境**，面向**全体学生**，组织**合作交流**活动，注重教师的**引导**和学生的**相互激发**，以**情感互动**为基础，达到**思维互动**。

第五 应用迁移

应用迁移包括两个方面，一是将所学的知识与方法应用迁移到实际情境或其他领域中去，解决实际问题；

另一种是学生在学习过程中形成的与同学之间的相互促进、相互合作的态度，积极探索、不断创新的精神以及一些行为规范和价值观，以不同形式迁移到日常生活中。

良好的应用迁移需要做到：

相关性——与所学内容相关；

典型性——选择问题具有典型性和代表性；

思维性——能够激发学生积极思维；

引导性——引导学生自主解决问题；

实践性——联系实际，突出真实问题情境；

全面性——包括知识和方法的应用迁移，以及迁移到本学科领域和其他学科领域。

——《义务教育小学科学课程标准》解读

(三) STEM教育理念下基于思维的科学教学

课例研讨：法国科学教学片段《蜡烛在空气中的燃烧》

研讨主题：

请从**STEM教育理念下基于思维的科学教学**的角度，谈谈你对本节科学课感想与收获？

三、怎样开展STEM教育理念下基于思维的科学教学

(一) 建立在指向学生高阶思维能力培养的基础上

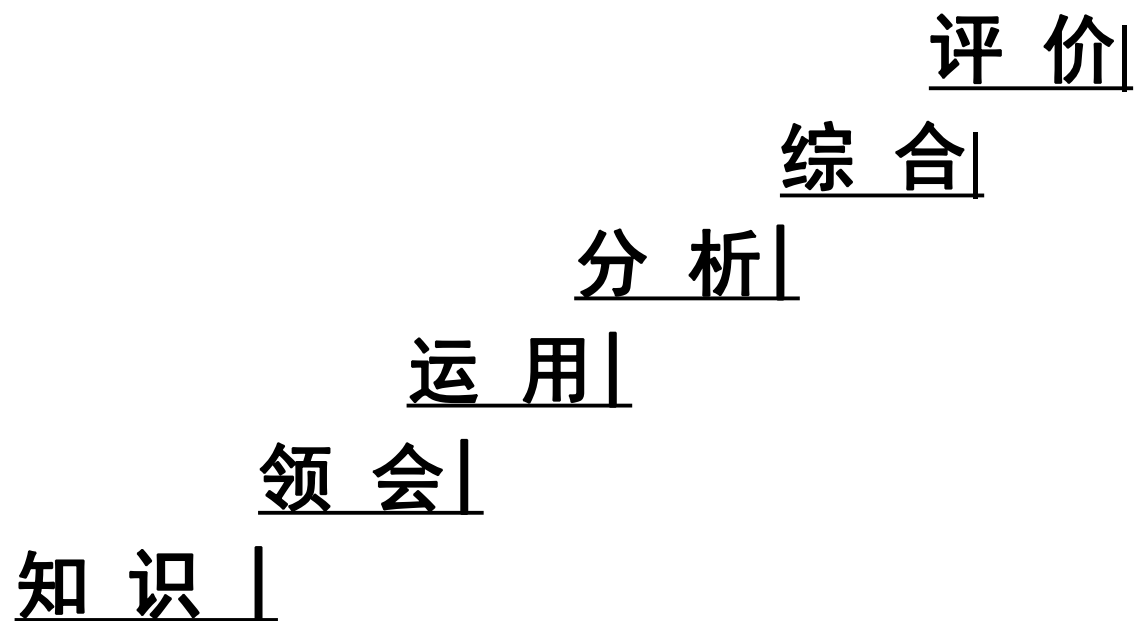
(二) 建立在指向学生大概念科学教学的基础上

.....

(一) 建立在指向学生高阶思维能力培养的基础上

对（高阶）思维能力的重视

认知领域的目标



具体表现在课堂是：

1. 科学教学中更注重学生**问题解决能力**和**创新能力**的培养。

体现在课堂教学中**设计、制作**环节的加强，体现出对学生独立思考价值的肯定与认同，对学生好奇心与求知欲的进一步呵护与珍惜，并鼓励学生把自己的创意制作出来。

2. 科学探究时更注重学生**处理信息、表达交流与反思评价**环节的开展与加强。

（二）建立在指向学生大概念科学教学的基础上

1.为什么要开展指向大概念的科学教学

国内外已有研究表明，学生对科学知识的**深层理解**不够，这使得许多学生虽然暂时能顺利通过学业考试，但是在随后的生活中很快就将这些知识遗忘了。研究者认为，这是由于表层学习导致学生头脑中的知识不过是毫无实际用途的**孤立知识点**，而没有与学生头脑中已具备的知识**紧密相连**，形成良好的**结构**。

通过对专家与新手头脑中知识的研究表明，专家头脑中的知识绝不仅仅是对相关领域的事实和公式的罗列，而是围绕学科核心概念而**联系**和**组织**起来的，这些核心概念引导他们去**思考**自己的领域。

对于学生来说，帮助他们围绕学科核心概念或大概念来**建构**和**组织**头脑中的知识非常重要，这将有助于学生对知识的**深入理解**和**迁移应用**，并为未来学习和工作打下良好的基础。因此，科学的大概念或核心概念就成为科学课程设计和教学中的**焦点**。

2. 什么是指向大概念的科学教学

课程内容应该围绕各学科的大概念和核心概念进行**选择**，具体事实应该作为**铺垫**来帮助学生发展深层理解；

教学重心应该从讲授事实转移到**使用**事实，以便传递和评价更深层的理解力；

学习重心也应该从记忆事实转移到**理解可迁移**的大概念、核心概念和对更为根本的知识结构进行**深层理解**，培养和发**展思维能力**。

这种关注大概念和核心概念的教学并不是忽视对**事实**的学习，它给学习者提供了某些**途径**，使他们能够**组织、保持并应用**对于理解大概念至关重要的那些事实。

在教学方法上强调**探讨问题**而不是学习现成答案，把主要精力用于培养**敏锐鉴别的思维**而不是死记硬背，强调**理解**大概念、核心概念而不是记忆零碎的信息，重视**论证**而不是背诵，并且鼓励学生一起学习，彼此自由交流思想和信息，或运用现代教学设备发展智力。

在设计教学活动的过程中，教师还需要关注学生的**前概念**以及支持学生发展的**元认知能力**。

围绕大概念、核心概念来组织知识，是一种**非常经济和有效的组织**科学课程或教学活动的方式。**课程内容**围绕大概念和核心概念组织展开，**课堂教学**帮助学生掌握大概念和核心概念，将有助于学生对知识的**深入理解**和**迁移应用**。

小学科学课标要求教师在课堂教学中，将大概念作为课堂教学目标之一。在确定教学目标的过程中，教师需要思考：**大概念之间的联系**，**大概念与学生头脑中原有概念之间的联系**，以及**大概念与下一级的一般概念之间的联系**。

对于每一节课来说，教师还需要对大概概念进行细化，将上位的大概念和核心概念拆分成一系列较为具体的概念。实际上，课程标准已经为教师提供了参照性描述。

植物能适应环境，可制造和获取养分来维持自身的生存。

学习内容	学习目标		
	1-2年级	3-4年级	5-6年级
植物具有获取和制造养分的结构	<ul style="list-style-type: none">•说出植物需要水和阳光以维持生存和生长	<ul style="list-style-type: none">•描述植物一般由根、茎、叶、花、果实和种子组成，这些部分具有帮助植物维持自身生存的相应功能	<ul style="list-style-type: none">•知道植物可以吸收阳光、空气和水分，并在绿色叶片中制造其生存所需的养分

考虑到学生年龄的因素以及他们认知能力发展的情况，这些一般性概念会根据概念本身的抽象程度，安排学生由浅入深地在不同年级学习，在小学六年的时间中分为几个台阶，完成螺旋式上升，并在较高的年级，较好地理解下一级概念和大概概念。

大概概念

植物能适应环境，可制造和获取养分来维持自身的生存。

学习内容	学习目标		
	1-2年级	3-4年级	5-6年级
<p>下一级概念</p> <p>植物具有获取和制造养分的结构</p>	<ul style="list-style-type: none"> 说出植物需要水和阳光以维持生存和生长 	<ul style="list-style-type: none"> 描述植物一般由根、茎、叶、花、果实和种子组成，这些部分具有帮助植物维持自身生存的相应功能 	<ul style="list-style-type: none"> 知道植物可以吸收阳光、空气和水分，并在绿色叶片中制造其生存所需的养分

更加具体的一般概念

学生不是需要**记忆**所有细枝末节的信息或孤立的事实，而是需要**深入理解**从大量事实中概括出的抽象规律和原理，掌握这些基本概念和原理并能**迁移应用**于新情境中，以便更好地应对未来的挑战，更加从容地面对生活。

大概念、核心概念的学习包括两个部分：一是必须将**事实性知识**置于学习者的概念框架中；二是概念被各种丰富的有代表性的**事实细节**展现出来。

概念只有放在一定的应用情境下才会显得生动和有意义。要帮助学生形成正确的生物学**概念**，必须给他们提供大量生物学**事实**作为支撑。

3. 怎样开展指向大概念的科学教学

- (1) 指向大概念的科学教学要建立在学生**真正的原有认知**上
- (2) 指向大概念的科学教学要建立在**学习进阶**的设计思想与研究成果上
- (3) 指向大概念的科学教学要建立在指向大概念的**教学设计**上

(1) 指向大概念的科学教学要建立在学生**真正的原有认知**上

课例：冀教版三（上）《浮与沉》

(2) 指向大概念的科学教学要建立在**学习进阶**的设计思想与研究成果上

A什么是学习进阶？

学习进阶是对学生在各学段学习统一主题的概念时所遵循的连贯的、典型的**学习路径**的描述，一般呈现为围绕核心概念展开的一系列**由简单到复杂、相互关联的概念序列**。

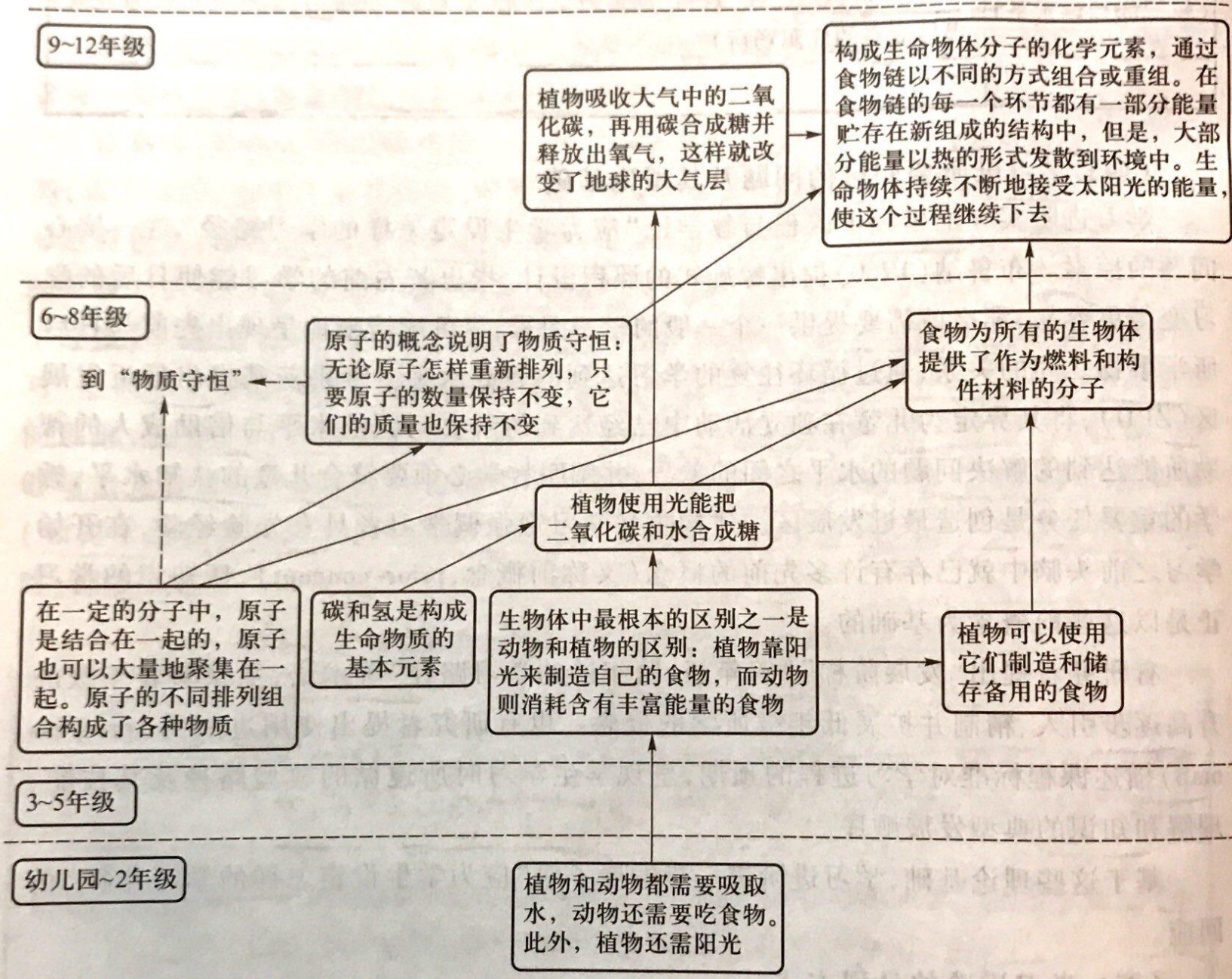


图 3-1 生态系统中的物质流(仅摘录了一个维度)

B 学习进阶的主要特征

- **围绕科学领域的核心概念构建学生的认知体系。**

学习不仅仅是为了要知道一系列的科学事实，更重要的是要围绕科学概念构建知识体系和模型，并广泛运用科学概念解释自然现象。

- **注重多学科间的融合。**

自然界中的现象、实际生活中的科学问题及其讨论往往都是多学科交叉融合的，学习进阶所呈现的正是多学科融合的成果。

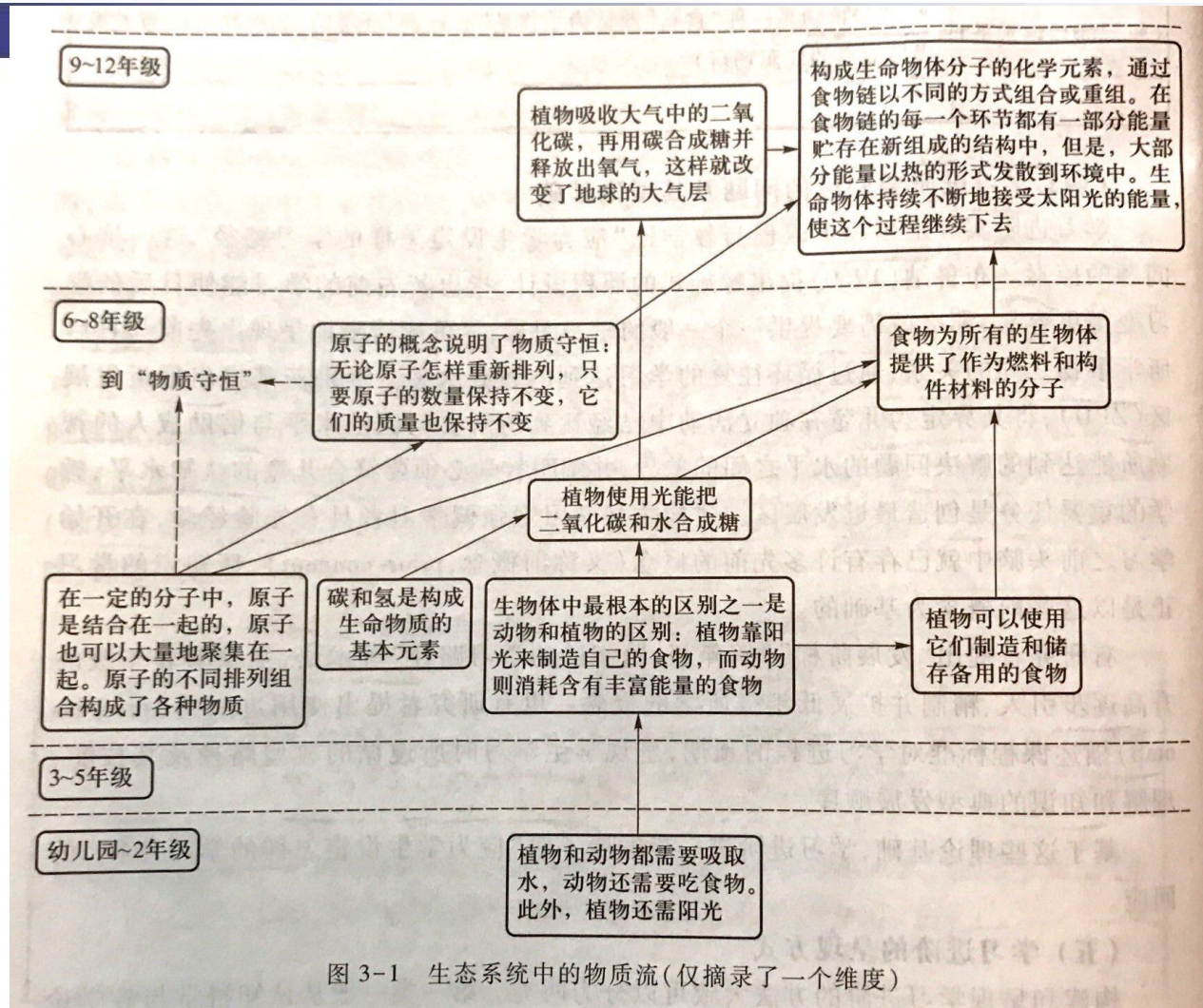


图 3-1 生态系统中的物质流(仅摘录了一个维度)

如图所示：在解释生态系统中的碳循环的过程中，学生可以构建**物理学**（物质与能量）、**化学**（氧化与还原）、**生物学**（光合作用）以及**地理学**（大气循环）等多学科相融合的概念体系。

- 认可多种概念发展顺序和概念的**网状结构**。

学习进阶并非是每一名学生都必然遵循的统一的认知过程，但它是学生概念发展进程中的**限制因素**。即不同的学生可能会遵循**不同的思维路径**抵达终点，但若未能获取对学习进阶上**各个概念**的科学理解，将难以达成学习目标。

之所以有这样的进阶顺序，是为了确保该水平的学生有**充足的机会**获取**科学思维、论据和推理**等方面的**实践体验与知识**，这对下一阶段的学习是至关重要的。

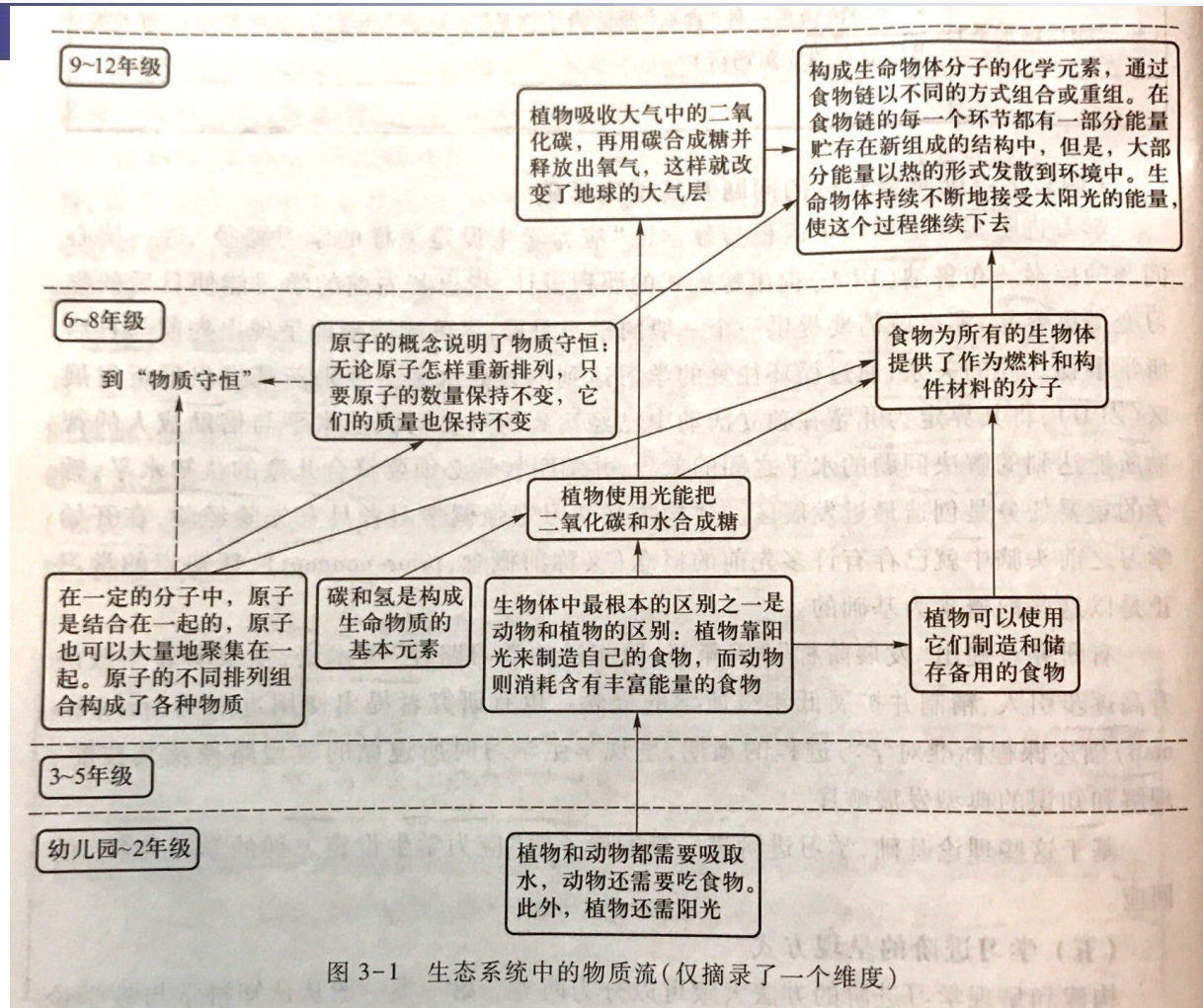
- 学习进阶是现有教学情境下的学生**认知发展进程**。

它是基于跨年级的评测数据或已有研究构建学生概念理解进程的，在这一过程中通常**不对教学施加特殊的干预**，其评测结果均是基于教学现状的。

C 基于学习进阶开展**教学设计与评价**

- 学习进阶通常由较为**具体、简单**地生活现象出发，逐渐发展为**复杂、抽象**的概念理解，在呈现学生认知发展过程的同时，它也揭示了哪些日常生活经验可以帮助学生学习。

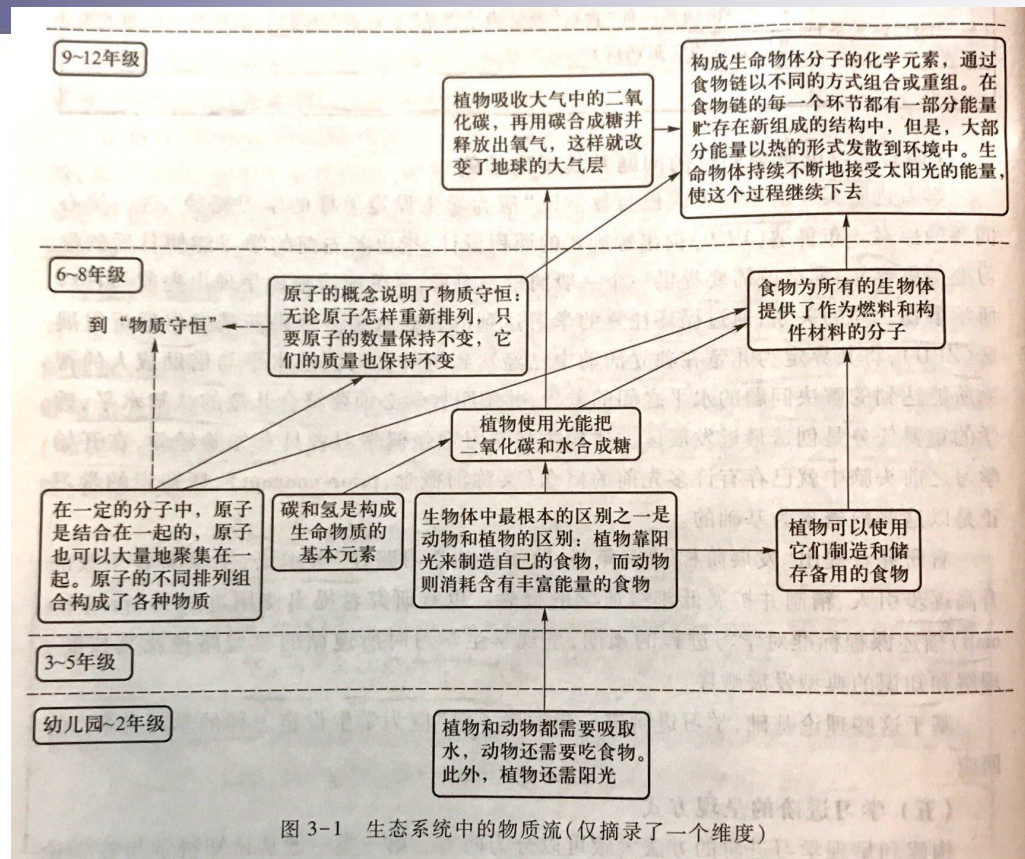
所以，学习进阶不仅仅呈现出学生理解发展的进程，也为课程与教学提供了**丰富的参考资源**。



如：分析“碳的吸收”这一维度的概念理解进程，就会发现“树木的质量来自何处”是引发学生深入思考和探究的重要问题。而对该问题的探索又可由小学阶段“植物需从外界吸收哪些物质”为起点，随着学段的升高逐渐展开。

- 基于学生的生活经验和聚焦的问题，学习进阶围绕科学领域的大概念构建出**概念发展进程**，优化协调各学科间下相互交叉的教学内容，帮助学生形成**多学科融合的概念体系**。

最大限度避免**教学内容的遗漏或不必要的重复**，保障了中小学科学课程的一致与连贯，为“少而精”奠定基础。



如：所有概念的教学目标都指向“生态系统中的物质流”，这使得各学段、多学科的课程内容都在“植物制造食物”“食物链”“物质循环”三个维度上围绕着“生态系统中的物质流”逐渐深入地展开教学并相互支撑，最大限度避免教学内容的遗漏或不必要的重复，保障了中小学科学课程的一致与连贯，为“少而精”奠定基础。

● **学习进阶**并非一成不变，它是对学生概念理解进程的描述，会受到课程、教学和评价质量的**影响**而产生**波动**。有研究者认识到，经过一定周期后，随着课改的推进，教学质量的提升也会作用于学习进阶的构建，进而实现研究与教学的**良性循环**。

因此，学习进阶是**教学与评价、教学与研究**互动的桥梁，是**基于实证的、理性推动课改**的必然需求。

● **学习进阶**呈现了学生概念发展进程中的**限制因素**，为开发与设计各学段终结性评价工具（试卷）提供了重要的**参考指标**，即是否达成学习进阶上相应学段的**要求**，将成为影响更高学段学习效果的重要因素。而基于学习进阶设计评测工具，将有助于实现**标准、课程、评价**三者的一致。

学习进阶实质上就是对核心概念的理解的**逐级深入**和**持续发展**，以整合的概念体系为核心，围绕少数概念进行深入探究的进阶学习。

本次修订的小学科学课程标准基于学生思维发展的特点，以学习进阶的思想指导课程标准的**分段设计**，并按照低（1-2年级）、中（3-4年级）、高（5-6年级）三个阶段呈现**课程目标**和**课程内容**。



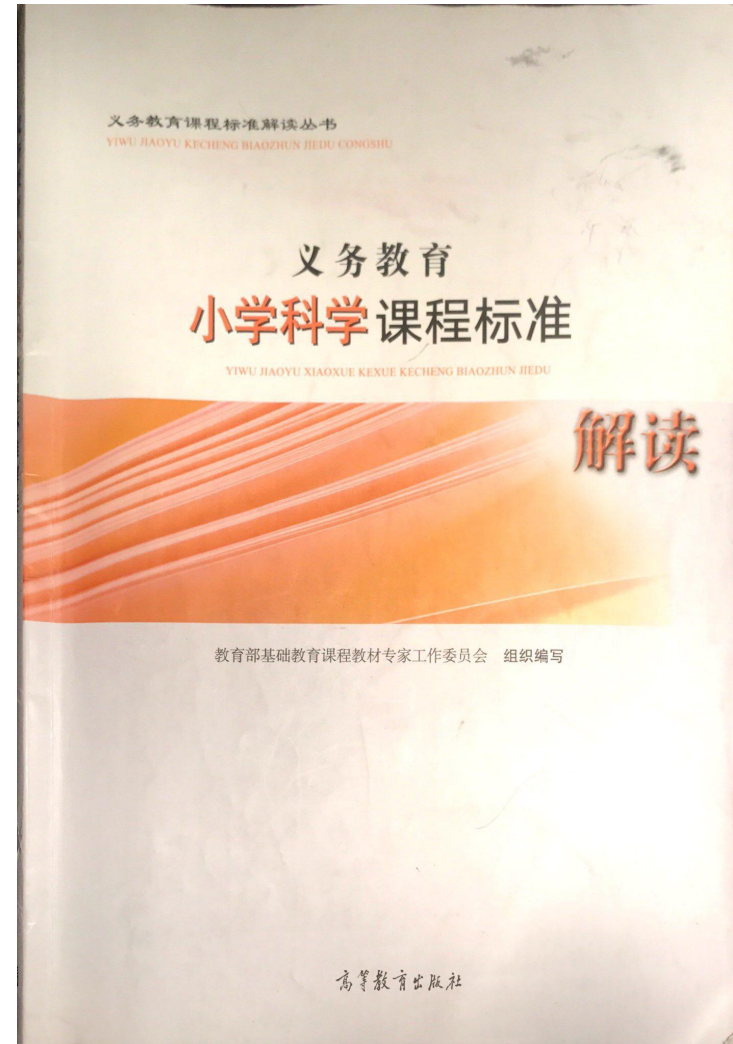
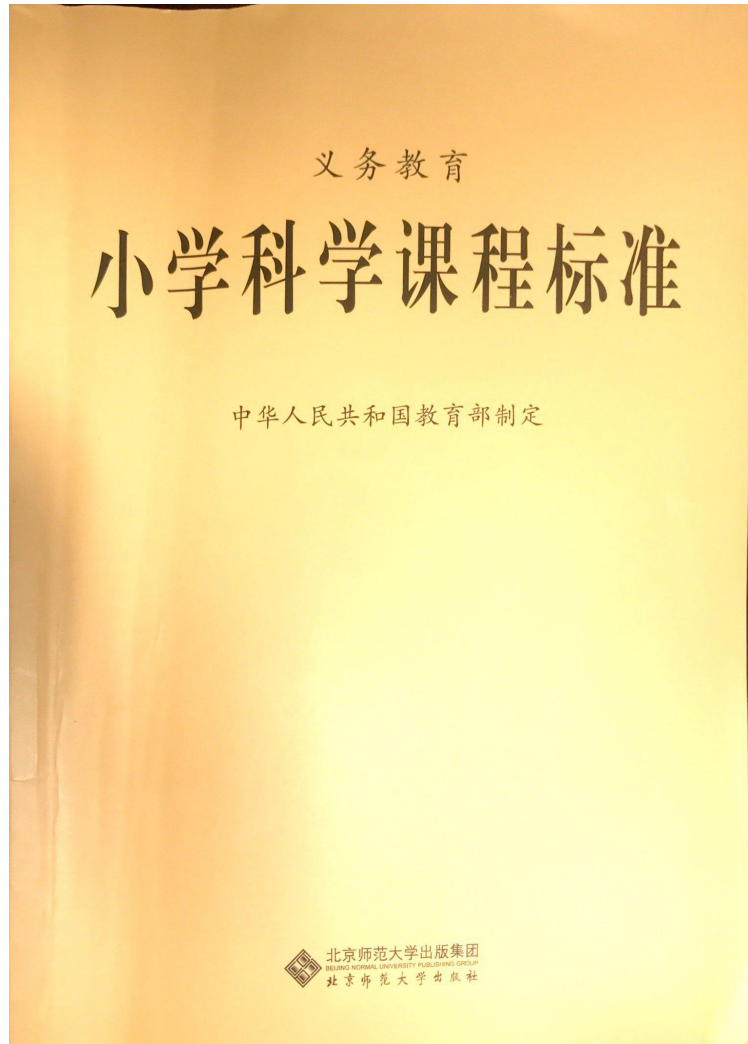
结束语

科学教师是科学世界派往儿童世界的使者。科学教师的任务就是保护孩子与生俱来的好奇心，激发他们的求知欲，在发现问题、解决问题的过程中帮助他们体会科学给予的无与伦比的快乐，从而提高他们的科学素养。只要拥有这三项优势，鼓励学生去**发现和理解事物的愿望、推理能力和继续学习的能力**，任何背景的老师都可以成为一个优秀的科学教师。

——单道华《探究与实践——科学教育生命之光》



推荐精读书籍




21世纪
小学教师
教育系列教材

总主编 张民选
惠 中

小学科学 课程与教学

● 主编 刘德华

 中国人民大学出版社



专业能力必修系列

在课程改革的进程中，广大一线教师已经积累了大量的经验，但如何将经验转化为理论，如何将理论转化为实践，如何将理论与实践相结合，这些都是摆在广大一线教师面前的现实问题。《小学科学教师教学落实指导手册》正是在这样的背景下应运而生的。本书立足提高小学科学教师的专业能力水平，从提高他们的常识性知识和教育教学技能出发，将内容大致分为“知识储备”和“技能修炼”两大部分。其中，“知识储备”部分包括：对小学科学课程价值的理解与认识，课标的主要精神，针对小学科学的教学所需的基本知识。“技能修炼”部分主要包括：教学设计、目标把握、教学实施与教学评价等专题。专题围绕小学科学特点和当前教学实际，在每个专题下设小话题，以案例导入或结合案例的形式来阐述教师所必需的技能以及形成这些技能所需的方法和途径。教师了解与学习这些有关专业发展的知识与教育教学技能，提升自己的专业能力，提高教育教学效果，进而促进学生全面而有个性地发展具有重要意义。

权威解读新课标
教师教学
落实指导手册

小学科学教师

专业能力必修

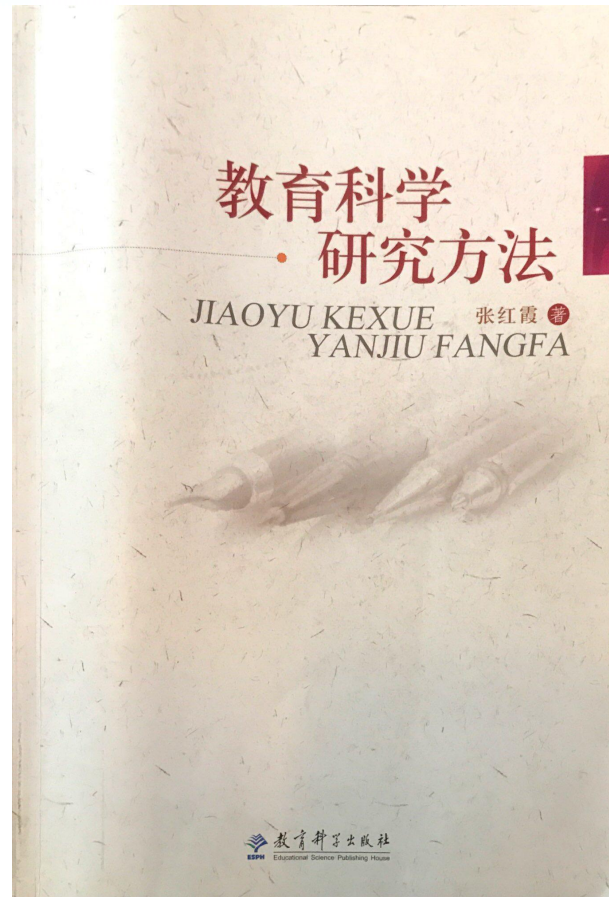
编委会主任：曹志祥 周安平
本册主编：喻伯军

xiaoxue kexue jiaoshi zhuanye nengli bixiu

教育部基础教育课程教材发展中心 组编

科学

西南师范大学出版社
全国百佳图书出版单位 国家一级出版社



南京大学张军霞撰写的《教育科学研究方法》，能帮助我们进一步深入了解教育科学的研究方法：**观察、实验、测量、调查、抽样、统计、分析**等，及研究步骤、研究问题的制定与选择等，运用实践。



健康
快乐

祝老师们身体健康，工作顺利，生活愉快，让我们一起努力与追求，来体验一位科学教师的快乐与幸福！

