

小学教学辅导材料

小学科学教育

中小学科技教育革新计划暨 2002 年教学实施计划

法国国民教育部基础教育司

科学院“动手做”项目

汉博

法国国家教育文献中心

东南大学学习科学研究中心翻译

编辑委员会

弗朗索瓦·舍瓦勒里亚
皮埃尔·雷纳
爱迪斯·沙尔迪耶
让-皮埃尔·沙尔蒙

基础教育司
科学院
国家教育研究院 - 动手做, 巴黎第七大学
国民教育总督学

作者

◆ 技术组

丽丝·阿丹
让-克洛德·阿鲁热
让-米歇尔·贝拉尔
纳迪娜·贝兰
雷讷·卡乌扎克
弗朗索瓦·舍瓦勒里亚
大卫·嘉斯曼
亨利·克勒曼
安德列·洛基尔
贝尔纳·勒鲁
雷娜·米多尔
让-米歇尔·洛兰多
让-皮埃尔·沙尔蒙
居伊·西蒙南
雅克·图森
丹尼尔·维尔曼

圣丰地区国民教育督察员
国家教育文献中心教学活动与资源集成处负责人
国民教育高级督察员, 初等教育组
东贝尔拉克地区国民教育督察员
总督学特派员, 科学与工业技术组
国民教育督察员-DESCO A1
国家教育研究院研究工程师-动手做
邦维尔地区国民教育督察员
波尔多教师培训学院科学副教授
南特科学院, 物理与化学学科 IA-IPR
Vaulx-en-Velin 地区地区国民教育督察员
教师培训学院教授, 格勒诺贝尔科学院
中小学科技教育革新计划全国跟踪委员会主席
国家教育文献中心科学编辑顾问
凡尔赛教师培训学院教授
物理学副教授, 里昂教师培训学院副院长
南卢瓦-布格奈国民教育督察员

◆ 动手做组

让-马力·布沙尔
阿兰·索马
尼古拉·普斯尔格
贝阿特丽丝·萨维阿特
克洛迪娜·索博
戴维·维尔让布斯

国家教育研究院 - 动手做
国家教育研究院 - 动手做
国家教育研究院 - 动手做
国家教育研究院 - 动手做
伊西莱穆利诺地区小学校长
动手做

中文翻译

舒华忠
袁春伟
罗立民

东南大学学习科学研究中心
东南大学吴健雄实验室
东南大学学习科学研究中心

目 录

1. 序言.....	1
2. 前言.....	2
3. 指导书.....	3
1) 文献查阅和信息通信技术的地位.....	3
2) 提出问题 - 完成实验 - 获取知识.....	5
3) 课堂中的科学与语言.....	7
4. 课程单元.....	11
1) 空气是物质吗?	11
2) 种子与植物.....	22
3) 我们吃下去的食物变成什么?.....	44
4) 巴黎、北京或悉尼几点?	62
5) 杠杆的原理.....	85
6) 如何知道风从哪里来?	108
7) 幼儿园有关水的活动.....	123

漢博

译者序

感谢南京市长江路小学冯凌、南京市玄武区教师进修学校徐燕、南京市小营小学张秀香和南京师范大学附属小学单道华等四位老师对中文译稿所做的校对与修改工作。



中文版序言

在世纪之交，国际上一些有远见的科学家本着对未来的责任感，根据他们自身的科学实践经验，倡导了一项“Hands-on Inquiry Based Learning”科学教育改革计划，旨在提高幼儿园和小学的科学教育水平，教育界及其他有识之士也积极参与了这一行动。

上一世纪 80 年代末，诺贝尔物理奖获得者，美国芝加哥的 Lederman 教授在美国提出了一项名为“Hands on”的科学教育改革计划；1995 年，法国物理学家、诺贝尔物理奖获得者 Charpak 教授将其引入法国，并取名为“La main à la pâte”，也是动手做的意思。经过若干年的实践，这些科学教育改革取得了公认的成功，在世界许多国家产生了巨大的反响。最典型的，得到系统推广的是在法国。由法国科学院首先推动的改革，经过评估，已被法国国民教育部列为教育改革的主要内容，并在全法国推广。法国总统希拉克先生非常重视该项改革，亲临有关学校视察，并给予了高度评价。

为了迎接 21 世纪的挑战，落实科教兴国战略，全面实施素质教育，促进基础教育课程改革，提高儿童和全体公民的科学素养水平，中国教育部和科学技术协会于 2001 年共同在中国倡导和推动取名为“做中学”(LEARNING BY DOING)科学教育实验项目。该项目是在了解国外科学教育的发展动态和趋势，总结我国中、小、幼科学教育取得的经验，吸收和借鉴国际科学教育的先进观念和教育方法的基础上提出来的。我们为这个计划确定了实施中应遵循的九项原则。

“做中学”科学教育强调让儿童亲自参与对物体和自然现象的发现(自然科学)，让他们通过观察与实验接触现实，以保护孩子的好奇心；激发想象力，扩展思维；改善合作和交往能力；促进语言能力的发展。这项计划着眼于未来全民科学素养的提高，以面向全体儿童基本素养的培养为首要原则，关注科学教育的平等机遇和基础性是“做中学”科学教育实验项目的重要标志。

“做中学”科学教育计划要在我国实施，并取得成功，不仅需要一批具有丰富教育经验和现代教学理念的教师参与，而且需要一批高质量的教案和参考资料。法国在这些方面已有较好的基础，法国科学院和我们又建立了长期而友好的合作交流关系。经法国教育部总督学 Sarmant 先生和法国科学院 Quéré 及 Léna 两位院士的积极引荐，我们决定组织翻译和出版这本法国的教案“在小学中讲授科学”一书。该书收集了法国在过去几年科学教育改革基础上优选出来的七个典型案例，它们均具有很好的实用性与可操作性。我们将此书介绍到中国，旨在为参与第一线“做中学”教育的广大教师提供借鉴与参考。

感谢东南大学生物医学工程系的罗立民教授、舒华忠教授和袁春伟教授，他们在繁忙的教学、科研工作中，利用业余时间和节假日，很快地义务译出了此书。在此，我们对他们的热情支持和参与表示深深的敬意。

韦钰 2002 年 11 月

序言

2000年6月，在高度肯定“动手做”行动——“这个由乔治·夏帕克和科学院提出并由国家教育研究院实施的成功的创举”后，国民教育部部长宣布了中小学科技教育革新计划^[1]：“将要实施的是一个大规模的行动，它将首先在小学开展，并准备扩展到初中，乃至高中”。

2002年2月，教育部发布了新的小学教学计划^[2]，并从2002年秋季开始实行。计划中的“发现世界”（幼儿园和基础学习阶段）和“科学与技术”（深入学习阶段）与这个革新计划中的建议是一致的。

并非要有一位专家才能在小学里开展科学活动，实验研究工作可以很简单，所用到的知识也比较简单易懂。老师可以激发并分享学生们的求知欲和好奇心，促进对周围世界的思考和探索，可以用语言、图像或论据来进行表述。在科学领域，科学家的任务是探索发现、工程师的任务则是创造新的物体或产品。这些对于一些多才多艺的教师以及他们的学生来说，是可以涉足的。

作为革新计划和新的教学计划的实施工具，该书希望能够为教师在开展提出问题和学生们自己实验解决问题的教学活动中提供指导。

作者

[1]教育部 2000-6-8 通告 No2000-078, 2000-6-15 政府公报 No23。

[2]2002-1-25 政府法令, 2002-2-14 政府公报增刊 No1.

前言

在该前言中，首先介绍了实施这个中小学科技教育革新计划的教学指导书，然后提出了七个教学活动单元，它们包括了各个阶段以及新的教学计划所覆盖的各个方面，为实施所建议的主体性教学给出了几个非常明确的实例。

本册子编写的目的是为教师开展革新的科技教育活动在教学方法和所需的科学知识要素方面提供帮助，而不是一本小学科学教育的教科书。从教学计划的核心内容提取出来的主题形成的这些教学课程单元，仅仅是为教师提供一个在科学教育革新之路上的启动工具。在这几个单元过程中掌握了方法的教师可以利用已有的和不断提出的工具^[1]逐步继续进行。

对书面和口头表达能力培养的考虑是科技教育计划的教学核心之一。“课堂中的科学与语言”一节就该问题提出了许多建议。至于语言表达能力的培养是在实施过程中进行的^[2]。

同样，还可以将涉及到某个科学活动的语言学习扩展到课堂所学的外国语言或地方语言。对于计划预计的叙述或句法结构学习，单元“现在巴黎、北京或悉尼是几点钟？”是这种激励的一个例子。

与中小学科技教育革新计划全国跟踪委员会相关联的技术组起草了这个前言。这些课程教学单元则是该技术组与一个动手做组（科学院 - 国家教育学研究院）合作的成果。这本书的编写是一个涉及面广的各方面人士的合作：中小学教师、教师培训学院的教员、地方督学、科学工作者。为了实现充分保证该书的科学与教学两方面的高质量的目标，这些来自各个领域的专家和第一线的教师紧密合作。

国民教育部基础教育司和科学院 - 动手做的共同署名，表明了动手做在中小学科技教育革新计划中所起的显著作用：“动手做行动继续进行。它保留了其自身的活力以及它所特有的、尤其是与科学工作者合作所形成的特点，作为该计划的创新和传播中心，是一个基本的要素^[3]”。

[1] 尤其是在网站 www.inrp.fr/lamap，译注：中文站点可访问 www.handsbrain.com 上有关“动手做”的内容

[2] 学生们写的材料可能包含语法或拼写错误，应该保持原有形式，以便教师进行修改

[3] 摘自科学院终身秘书、基础教育司司长和中小学科技教育革新计划全国跟踪委员会主任 2000 年 9 月 8 日发布的共同宣言。全文可访问站点 www.eduscol.education.fr

指导书

1. 文献查阅和信息通信技术的地位

根据 2000 年 6 月 15 日第 23 号政府公报，该计划所采用的方法定义如下：

“学生们作为科学活动的主角来构建它们的知识。

- 他们观察现实周围世界中的某种现象，就此提出他们的问题；
- 他们开展经过思考的研究工作：实现一些具体的实验方法、在必要时通过查阅文献加以改进。重要的是，学生们按互相补充的途径进行实践”。

在“遵循教学大纲的单元分析指导：提出问题 - 完成实验 - 获取知识”部分，我们将描述如何开展一个符合革新计划目标要求的课程单元。

下面的目的是明确文献查阅可以并且应该作为提出“问题 - 完成实验 - 获取知识”环节的一个补充。首先来看看能够赋予“文献查阅”的各种意义。

1.1 文献查阅

在图书馆里、在词典中、在百科全书中或在因特网上，为了回答课堂上众多的问题和解决实际实验中未能解决的科学问题，学生们应当能够：

- 在词典中寻找可能会为答案提供一些要素的词义解释；
- 学会使用百科全书中的索引；
- 了解图书馆的组织结构以便能找到易懂且有意义的书；
- 学会使用一本书的目录；
- 学会读懂文章中的文字、图表和插图；
- 在合适的搜索引擎上提出有效的查询要求，并且学会区分对问题研究是否有用的查询结果。

实际上，这些能力是逐步建立起来的，还将在初中（特别是通过交叉作业）、然后在高中（通过 TPE）或职业高中（通过 PPCP）、大学预科班（通过 TIPE）或大学综合作业等进一步加强。

1.1.1 文献的阅读

现在的世界充斥着图像和电视画面，对这些图像给教育带来的冲击，人们在感情上持矛盾的心理。在那些拥护非正规教育的人（“无论如何，电视的存在使年轻人获得超乎想象的更多的东西...”）和那些担心电视会给孩子们在道德和智力健康方面带来危害的人之间，如何正确地摆正位置？为了帮

助人们对这个影响的思考，可以作几点分析。

1.1.2 文献的心理影响

- 历史影响：自从本世纪初，音像教学资料的引入标志着教学效率的极大提高，特别是采用无声短片（在 1970 年代）来表达一些学生和班级应该解释的现象。磁带录制电视节目的出现使学生的学习主动性发生了倒退，因为有关的解说常常减少了学生的思考与探索。
- 地理影响：世界上的教育电视节目的质量与相应的教学设施紧密相关。一些杂志和网站提出了许多基于电视图像的活动线索（魁北克电视台、BBC 教育台或法国 5 台等都提供了教学节目的辅导材料）。
- 教学方法的影响（最为重要）：面对学生能够直接感知的实际现象，应该给这些文献资料赋予什么样的地位呢？在什么样的教学方法中赋予这种地位？

1.1.3 文献的种类

应该将那些给出了明显意义解释的资料和那些没有进行任何解释而需要学生们进一步探究的原始资料区分开来。（例如：腿部骨折的 X 光片、不带解说的火山爆发短片、或植物生长、开花过程的快摄图像...）。

1.1.4 使用时机

- 为帮助学生主动地提出问题，例如：一段新闻短片或图片（地震）、一段职业活动短片（考古挖掘现场，以介绍化石和进化踪迹的工作）...
- 为学生分析问题提供补充信息，例如：人体的医学影像或一些前面提到过的原始资料的例子；
- 为帮助学生在一个探索研究工作结束时，利用将记录在实验本上的全班提出的新的表述，进行集体综合，例如：所有的解释性资料通常来自于电视节目（这不是巫术， $E=M6...$ ），或所有的用于解释的合成图像序列；
- 为在另一些例子中重新探讨已学过的知识或对其进行评估，例如：表现在课堂中讲过的有关能源内容之外的一些能源的短片或图像，从教育到健康或环境的涉及面广的资料（例如，从某个有关食肉猛禽的排泄物的具体研究出发，建立保护食肉猛禽的生态重要性的资料...）或日常行为对某些食物链平衡的冲击...

1.1.5 现实事物与文献之间的互补性

有一些事物无法直接感知，因为它们不是太大了（如天文物体），就是

太小了(如细菌)、或是过程太长(树木的生长)、过程太短或不经常出现(火山爆发、地震)、要么就是太昂贵了(如火箭)或者是属于已经过去的事情(科学与技术的历史)。

实际事物本身也可以从不同的角度来探索:观察、实验、比较...但资料的补充可以丰富对实际事物的问题的提出。例如,作为对有关水的状态变化的实验方法的补充,一段关于极地浮冰、冰川、雪崩或小河结冰的短片将值得加以分析。

在具体与抽象、科学现象与技术及其应用之间可以有几次来回反复(例如,在职业社会或在学生们对日常物体的使用中)。表现自行车制造过程的电源“自行车组装”,对齿轮原理的描述的角度就与学生们对一辆真实自行车进行拆卸和装配中对齿轮所了解的角度不同。

中小学科技教育革新计划力求学生们通过在对实际事物的直接观察与亲手实验和对补充资料的分析之间的适当平衡来掌握知识和技能,以培养学生获取知识的科学方法、对信息来源进行鉴别和验证的习惯,进而培养他们的批评精神和公民意识。

在该计划框架下的信息与通信技术的角色可以用相同的逻辑来定义:“学生们亲手进行实验是所采用的方法的基础。从这个角度来看,对实际事物的观察和行动要比各种资料更加重要”。

这一点与资料查阅中对信息与通信技术的利用的重要性之间没有矛盾,资料查阅可以对直接观察进行补充或为实验结果提供已有知识的参考。

2. 提出问题—完成实验—获取知识

下面部分是面向教师的,其目的在于为他们提供参照,以便他们运用遵循科技教育革新计划精神的教学方法。

这只是一个实用的教学资料,而不是提出某种具体的教学方法,也不是以详细方式描述如何开展待探究问题的提出、然后建立结构体系的过程。所提出的方法类似于主动方法,特别是可以与解决数学问题所建议的方法相比较。

为了便于介绍,我们总结出五个基本时段。其实施次序不是按照线性方式安排的。根据不同的主题,在这些时段之间出现反复完全是所期望的。相反,每个确定的阶段对保证学生们进行有思考的探索是很重要的。

2.1 文献查阅

这个以中小学科技教育革新计划为基础的方法遵循着唯一性和多样性原则:

- 唯一性:该方法与学生们提出的有关现实世界的问题相联系:现象或物体、生物的或非生物的、自然的或人造的。这种问题的提出,

学生们在教师指导下完成探索研究后，获得了知识和技能。

- 多样性：由学生们实现的探索研究可以有多种方法，包括在同一节课中：
 - 亲手实验；
 - 器材的实现（制作一个模型、寻找一个技术解决方案）；
 - 直接的或借助某个仪器的观察；
 - 资料阅读^[4]；
 - 调查和参观。

这些获取知识的方法互相补充，需要根据所研究物体的不同而加以平衡。

从物质和职业道德方面来讲，只要有可能，首先就应该选择让学生们亲手对实物进行操作和实验。

2.2 单元提纲^[5]

2.2.1 起始情景的选择

- 根据教学计划目标所选择的参数；
- 年级阶段教师所建议的活动计划的恰当性；
- 起始提问众多的特点；
- 本地资源（器材和文献资源方面）；
- 本地兴趣、新闻或其它科学的或非科学的活动的焦点；
- 进行的研究与学生自身兴趣的相关性。

2.2.2 学生们的问题提出^[6]

- 由教师引导、必要时帮助学生根据他们想表达的意思重新组织问题、使问题集中在科学方面并帮助他们改进口头表达；
- 在教师指导和证实下，对众多的问题探索进行的选择（也就是说，适合于一个考虑到实验器材和资料可用性的建设性方法）；
- 学生们的初始概念形成，对他们可能存在的分歧进行处理，有利于对已解决问题的分类的适应。

[4] 见前一节“文献查阅和信息通信技术的地位”。

[5] 通常由与同一主题相关的多次课程组成。

[6] 见网站 www.eduscol.education.fr 中的“提出问题 - 完成实验 - 获取知识”和“小学科学教育”。

2.2.3 假设和研究概念的提出

- 教师对学生分组模式的管理(根据不同的活动可分为两人一组到全班为一组);给出的要求(小组内承担的工作和应表现的行为);
- 小组内部口头假设的提出;
- 为验证这些假设而提出的可能的实验方案;
- 描述假设和实验方案的书面形式(图、文);
- 学生提出口头/书面的预测:“以我看会发生什么”、“原因是什么?”
- 就提出的假设和可能的实验方案进行全班口头交流。

2.2.4 学生们开展的探索

- 小组内学生们的相互争论:实现实验的方式;
- 参数变化的控制;
- 实验的描述(图、文描述);
- 实验的可重复性(学生们对实验条件的记录);
- 学生个人书面记录的管理。

2.2.5 知识的获取和组织

- 与各组和其它班级等获得的结果相比较并建立联系;
- 与已有的知识相比较(借助文档查阅的另一形式),注意应该与学生的理解能力相符合;
- 寻找可能的分歧的原因,对所做的实验进行评判并提出补充实验;
- 单元结束时,学生们在教师的帮助下对新学知识进行书面总结;
- 为进行结果交流而实现的产出(文字、图表、模型、多媒体资料)。

这一点与资料查阅中对信息与通信技术的利用的重要性之间没有矛盾,资料查阅可以对直接观察进行补充或为实验结果提供已有知识的参考。

3. 课堂中的科学与语言

在以课堂科技活动为基础的方法中,语言不是学习的第一目标。但是,在教师组织的对实际事物的观察和操作中的来回反复中,通过各种书面材料的阅读和写作,学生在整理其想法的同时逐步建立起语言能力(口头的和书面的,包括图像和图画)。

从个体或集体的角度来看,科学中的语言使用是为了

- 形成和组织知识:命名、标注、分类、比较、参考、传递;
- 建立联系:解释、重新组织、赋予含义;
- 提出观点:说服、论证;
- 理解参考资料:查阅、存档、咨询。

学生们初始概念的表达可以通过个人口头或书面进行,但通常在实现初步的实验后加以完善。这时教师可以更好地了解学生们所想表达的理论,并使学生们更好地认识所提问题的科学本质。

3.1 口头表达

在活动设计和组织中发挥学生们的主动性可以在课堂上建立有用的和有意义的口头交流。口头表达有利于审慎的、自发的、不同的、灵魂的和创新思维。这表明,说话的时间包含在教师提问和组织活动的时间内。

3.2 从口头到书面表达

学生们开展的工作需要有一些讨论内容,或者是临时或最终的记录、或者是参考资料、或者是笔记及实验记录、或交流信息。在口头表达中,还可以对书面材料进行修改、重写以及与其它书面材料建立联系。

语言作为思维载体可以用来预测行动。在书面材料基础上的发言,使学生在讨论中的语言表达变得更清晰具体,同时学会遵从科学语言的单一性并融入各种书面形式:图示、图表、段落、着重线...

书面表达有利于达到更高层次的问题组织和概念形成。

3.3 书面表达

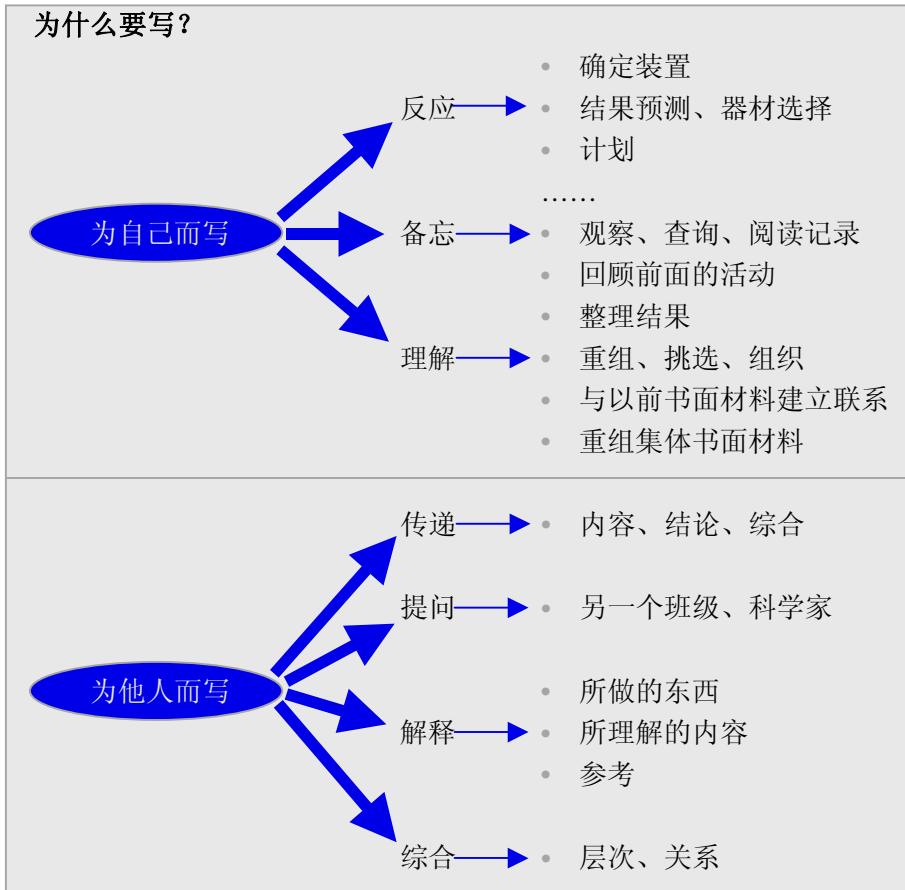
书面促进表达、拉开距离(见下图)。为他人写出书面材料要求在某个参考体系中清晰地描述有关知识,使其便于他人理解。在科学课中,书面写作工作不只是为了表明学生会书写,还要有利于学生的科学学习和方便教师的教学指导。教师要求学生们独立地或分组地写出书面材料,接受其原始状态并在课堂上用作为改进学习的手段。

除了学校里常用的叙述性文字外,还可以介绍其它一些书面形式的运用。该报告重提书写问题,这对那些在书写方面没有自觉意愿或有困难的学生来说尤为有用。

3.3.1 实验本

每个学生都拥有自己的一本实验本,这是一块教师不会干预的学生个人书写的领地,也是他的知识构建的个人工具。从这点来看,学生应当在整个学习阶段中保留这个实验本:他可以找到自己活动和思考的记录,为学习新知识找到一些基础、一些有用的和有待于改进的参考...

实验本除了包含学生的个人记录外,还应该包含集体构思的形成知识的书面记录和学生对这些书面记录的再总结。然而,学生还应该能够放弃对部分摸索和草稿的记录。对记录的保留与否的选择准则应该是自己想记录的东西,而与书面材料内在质量等无关。



各种不同的书面形式应该方便学生的阅读，例如：在可能的情况下，班级综合应该在计算机上整理，然后复印给每个学生。在科学写作中，学生应该在有关的知识内容和活动（实验、交流...）方面投入努力，另一方面还应该在书面材料中使用一些具有科技文章特点的词语、符合、编码。

教师应该对工作中学生必要的参与持有经过思考的通融态度。有关科技写作的特殊才能的建立不是一蹴而就的。

在个人的和正式的书面材料之间的多次反复和思考有利于学生掌握科学语言的特征：

- 编码化表示；
- 建立关系的书面材料组织（标题、排版、连接符...），特别是因果关系；
- 时态的使用：现在时、过去时。

教师以不同形式提供帮助：

- 回应某个请求；
- 以词汇表形式展示根据需要而建立的某个相关领域的词汇；

- 提出一些保存观察记录的手段，象：
 - 方便画图的方格或条纹纸；
 - 彩色自粘胶粒，方便对统计学的理解（点集）；
 - 透明纸，用于从以前建立的或查询选择的某个文档中提取相关元素或利用其全部或部分内容；
- 提出一些开放式书写框：
 - 表格
 - 时间表
- 组织对实验、课堂综合和与其它班级的交流，以便学生们测试其选择的有效性；
- 为学生提供一些有用的文档、分析支撑、参考资料、形式复杂的书面材料，
通常这些帮助将首先在对比中很有效。

3.4 中间书面表达

由小组或经过学生们讨论后形成，从“我”过渡到“我们”。进一步的扩展（从“我们”到“大家”）一般在教师的帮助下在全班进行。这些中间书面材料让每个学生回到自己的思路，或者进行全班集体综合的构思。学生们手头所有的资料可以丰富这些中间书面材料。

3.5 课堂资料

这些资料是建立在学生个人和小组的书面材料基础上的。教师对此加以组织、整理，以解决学生们对中间工具对比所提出的问题。其形成层次应该与教师选择所学知识的水平相协调。

最后，重要的是，教师应该让每个学生在其支撑材料和已有的集体综合基础上用自己的话来重新叙述。教师从而了解学生对概念的掌握程度。

个人书面材料用途	小组集体书面材料用途	与教师一起的全班集体书面材料用途
<ul style="list-style-type: none"> - 表达所想的事 - 表达想做的事 - 描述所做所见 - 解释结果 - 重组集体结论 	<ul style="list-style-type: none"> - 与其它组、全班、其它班级交流 - 对某个装置、研究活动、结论等提出问题、重组和重写 - 从行动相关的时间顺序过渡到知识相关的逻辑顺序 	<ul style="list-style-type: none"> - 重新组织 - 重做研究 - 在其它书面材料的基础上提出问题、描述知识元素以及描述工具 - 巩固所记忆的东西