



医药学院 610 2 09065052

资源

YUAN

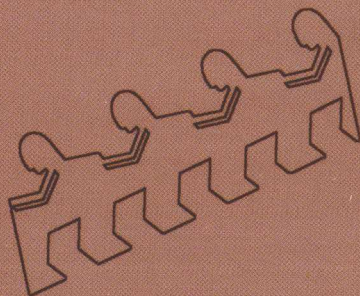
刘晓明 / 主 编

# 科学备课

——现代学习论与教学设计

KEXUE BEIKE

XIANDAI XUEXILUN YU JIAOXUE SHEJI



NORTHEAST NORMAL UNIVERSITY PRESS

东北师范大学出版社

WWW.NENUP.COM



优化备课学习资源

YOUHUA BEIKE XUEXI ZIYUAN



医药学院 610 2 09065052

# 科学备课

——现代学习论与教学设计

KEXUE BEIKE

主 编：刘晓明  
编 者：张昊智 冯墨女 秦红芳 邵 华  
王 娇 宗 岚 孙文影



XIANDAI XUEXILUN YU JIAOXUE SHEJI

东北师范大学出版社  
长 春

### 图书在版编目 (CIP) 数据

科学备课——现代学习论与教学设计 / 刘晓明主编. —长春: 东北师范大学出版社, 2008. 5  
ISBN 978 - 7 - 5602 - 5331 - 2

I. 学... II. 刘... III. ①学习论 - 与教学设计 ②教师 - 职业道德 IV. G424. 21 G451. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 061329 号

☐ 责任编辑: 郭一鹤      ☐ 封面设计: 张 然  
☐ 责任校对: 曲 颖      ☐ 责任印制: 张允豪

东北师范大学出版社出版发行  
长春市人民大街 5268 号 (130024)

销售热线电话: 0431—85687213

传真: 0431—85691969

网址: <http://www.nenup.com>

电子函件: [sdcbbs@mail.jl.cn](mailto:sdcbbs@mail.jl.cn)

东北师范大学出版社激光照排中心制版

吉林省吉育印业有限公司印刷

长春市经济技术开发区深圳街 935 号 (130033)

2008 年 5 月第 1 版 2008 年 9 月第 3 次印刷

幅面尺寸: 148 mm×210 mm 印张: 4.25 字数: 111 千

定价: 6.50 元



# 引 言

---

正如杜威所言，就像没有买主就没有销售一样，没有学习也就谈不上教学了。学习与教学之间的这种密切联系，是我们建构学校教育内容与方法的重要基础；学习与教学之间的这种密切关系，也意味着我们的教学应当建立在对学习内在规律与特点的把握上。

教学设计作为教学的重要组成部分，同样离不开对学习规律与特点的把握。因此，准确全面地理解现代学习论的内涵，明确现代学习论的教学观与教学设计模式是教学设计的关键。以桑代克的《教育心理学》（1903年）一书作为学习论研究的开端，现代学习论已经走过了100多年的历史，形成了观点各异的理论流派，分别提出了行为主义学习论、认知主义学习论、人本主义学习论及建构主义学习论等。这些理论和观点分别从不同侧面为我们认识学习提供了借鉴。教学设计仅仅建立在一种学习论的基础上是不够的，应当综合现代学习论的不同观点，形成对学习的完整认识，形成综合教学观和综合教学模式，并在此基础上，分别从学习目标、学习过程、学习者和学习策略出发，对应探讨教学目标、教学过程、教学内容和教学方法等教学设计问题。我们希望本书对这一问题的粗浅探讨，能够帮助教师真正将学习与教学有机结合起来，将教学设计建构在现代学习论的基础上。

# 目 录

|                          |    |
|--------------------------|----|
| <b>第一章 现代学习论的教学观</b>     | 1  |
| 一、行为塑造：行为主义学习论           | 1  |
| 二、认知结构：认知主义学习论           | 4  |
| 三、情感体验：人本主义学习论           | 7  |
| 四、意义建构：建构主义学习论           | 11 |
| <b>第二章 现代学习论视域下的教学设计</b> | 16 |
| 一、行为强化：行为主义教学设计模式        | 16 |
| 二、认知建构：认知主义教学设计模式        | 20 |
| 三、价值形成：人本主义教学设计模式        | 26 |
| 四、主体生成：建构主义教学设计模式        | 31 |
| <b>第三章 现代学习论的整合与教学设计</b> | 36 |
| 一、认知、情感、行为：现代学习论的整合      | 36 |
| 二、心理发展：现代学习论的教学观         | 41 |
| 三、促进学习：教学设计模式的整合         | 45 |
| <b>第四章 学习目标分析与教学目标设计</b> | 49 |
| 一、知与会：知识与技能目标教学设计        | 49 |
| 二、学会学习：过程与方法目标教学设计       | 56 |
| 三、学会做人：情感、态度与价值观目标教学设计   | 63 |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| <b>第五章 学习过程分析与教学过程设计 .....</b> | <b>71</b>  |
| 一、启动课堂：导入阶段的教学设计 .....         | 71         |
| 二、心理形成：新授阶段的教学设计 .....         | 77         |
| 三、组织策略：结束阶段的教学设计 .....         | 82         |
| <b>第六章 学习者分析与教学内容设计 .....</b>  | <b>89</b>  |
| 一、具体到抽象：学生的认知发展与教学设计 .....     | 89         |
| 二、平稳与深化：学生的情感发展与教学设计 .....     | 97         |
| 三、活动与创造：学生的行为发展与教学设计 .....     | 101        |
| <b>第七章 学习策略分析与教学方法设计 .....</b> | <b>108</b> |
| 一、兴趣激发：学习动机与教学设计 .....         | 108        |
| 二、技能指导：学习方法与教学设计 .....         | 114        |
| 三、生态优化：学习环境与教学设计 .....         | 122        |

# 第一章 现代学习论的教学观

## 一、行为塑造：行为主义学习论

### 【案例呈现】

张老师是一名小学班主任。为了教育好学生，使每一个学生都健康全面的发展，她想了很多办法，也收到了不错的效果。比如说，她在班级后墙的黑板上设了一个“一鸣惊人”的专栏，让每一个同学都有可能“一举成名”——也许是因为学习刻苦了，成绩进步了，也许是卫生工作特别认真，也许是因为为困难的同学捐资助学数额最大……这种形式的表扬不但对被表扬者是一种激励，而且对增进同学之间的了解和友谊，建设一个积极向上的班集体都极有好处。张老师还经常送“喜报”，当学生在某一方面表现突出或取得进步时，他的家长就可得到教师亲自填写的“喜报”。这种“喜报”，花费不多，作用可不小。它不仅能强化学生的优点，更能沟通学生、老师、家长之间的感情，有助于形成强大的教育合力，可谓一举多得啊。张老师的工作表现不断得到大家的认可。

### 【问题导入】

上述例子充分地诠释了行为主义学习理论以及以行为主义学习理论为基础的教学方法。在行为主义者看来，环境和条件（如刺激和强化）是学习的两个重要的因素。张老师就是善于利用“强化”这一手段，对学生出现的好的行为给予各种形式的及时强化，使学生能够保持这种行为，久而久之就会成为一个人的良好习惯。行为主义理论把

学习看成行为、反应速度、反应频率或形式的变化，这种改变主要是各种环境因素作用的结果。下面我们来详细介绍一下行为主义学习理论的基本观点。

### 【理论点拨】

行为主义者认为，学习是刺激与反应之间的联结，常用 S—R 加以表示。他们的基本假设是：行为是学习者对环境刺激产生的反应。他们把环境看成刺激，把伴而随之的有机体行为看作反应，认为所有行为都是习得的。行为主义学习理论应用在学校教育实践中，就是要求教师掌握塑造和矫正学生行为的方法，为学生创设一种环境，尽可能在最大程度上强化学生的合适行为，消除不合适行为。

桑代克是学习理论的奠基人之一，他通过对动物的研究，提出了学习的联结学说。20 世纪初，美国心理学家华生在巴甫洛夫条件反射实验的影响下，提出了刺激—反应学说，创立了行为主义学习理论。他认为，有机体的行为完全是可以用刺激与反应的术语进行解释的。他不考虑有机体的内部状态，认为这一部分是“黑箱”。因此，该学说的公式也是 S—R。

斯金纳更是将行为主义学习理论推向了高峰，他提出了操作性条件作用原理，并对强化原理进行了系统的研究，使强化理论有了完善的发展。斯金纳认为，人类行为主要是由操作性反射构成的操作性行为，在学习情境中，操作性行为更有代表性。在教学方面，教师充当学生行为的设计师和建筑师，把学习目标分解成很多小任务并且一个一个地予以强化，学生通过操作性条件反射逐步完成学习任务。他根据对操作性条件反射和强化作用的研究，发明了“教学机器”并设计了“程序教学”方案，对美国教育产生过深刻影响，被誉为“教学机器之父”。

### 【应用指导】

斯金纳的程序教学方案，有很多原则值得我们学习、领会，教师可根据实际情况有选择地加以运用：

1. 使学生积极反应。程序教学以问题形式向学生呈现知识，学生在学习过程中能通过写、说、运算、选择、比较等作出积极反应，从



而提高学习效率。

2. 划分小步子。斯金纳把程序教学的教材分成若干有逻辑顺序的小单元，编成程序，后一步的难度略高于前一步。程序教学的基本过程是：显示问题（第一小步）——学生解答——对回答给予确认——进展到第二小步……如此循序前进直至完成一个程序。由于知识是逐步呈现的，学生容易理解，在整个学习进程中能自始至终充满信心。

3. 教师要及时反馈。斯金纳认为，在教学过程中应对学生的每个反应立即作出反馈，对行为的即时强化是控制行为的最好方法，能使该行为更牢固地建立。

4. 自定步调。传统教学总是按统一进度进行的，很难照顾到学生的个体差异，影响了学生的自由发展。程序教学以学生为中心，鼓励学生按最适宜于自己的速度学习，并通过不断强化获得稳步前进的诱因。

5. 使学生尽可能地作出正确反应，使错误率降低到最小限度。程序教学可借助多种不同的媒体来实现，如电动教学机、程序式课本、电子计算机等。操作条件作用学习理论亦成为早期计算机辅助教学（CAI）设计的理论依据。

**【资料卡片】**

### 斯金纳和斯金纳箱

斯金纳（Burrhus Frederic Skinner，1904—1990）是新行为主义心理学的创始人之一。1904年3月20日生于美国宾夕法尼亚州东北部的一个车站小镇。斯金纳从小喜爱发明创造，富有冒险精神。他15岁时曾与几个小伙伴驾独木舟沿河而下，漂流300英里。他还试制过简易滑翔机，曾把一台废锅炉改造成一门蒸汽炮，把土豆和萝卜当炮弹射到邻居的屋顶上。

被世界各国心理学家和生物学家广泛采用的“斯金纳箱”是这样的：在一个箱内装上一个操纵杆，操纵杆与另一提供食物的装置相连接。把一只饥饿的白鼠放进箱内，它会在里面乱跑乱碰，自由探索。白鼠偶然踏上操纵杆时，提供食物的装置就会自动落下一粒食丸。白

鼠经过几次尝试后，压杠杆的频率越来越大，直到吃饱为止。这时我们可以说，白鼠学会了按压杠杆以取得食物的反应，按压杠杆变成了取得食物的手段。斯金纳认为学习就是通过强化某个刺激情景中的自发性反应，建立“刺激—反应”联结，形成操作学习。

## 二、认知结构：认知主义学习论

### 【案例呈现】

#### 一年级“9+几”的讲解

课例1：教师出示皮球盒，内有10个空格，装9个花皮球。教师又拿出2个花皮球，问学生一共有多少个皮球，怎样列式。为了引入“凑十法”，教师又问：从盒子外拿几个皮球放入盒内算得比较快？

这时一个棘手的问题是：有的说不要再拿皮球放进盒里，只要口算就知道是11个；有的虽说出放进盒里1个，但追问为什么时，竟反问：盒子不是只剩下一个空格子了吗？

沈庆灿老师与陈强仁老师在遇到同样的问题之后，开始结合认知学习的理论加以反思。他们认为，在教学中要重视在旧知识与新知识之间设置“原型”，将其作为中介物，从而优化学生的认知结构，于是在做完准备题后，增加两道“圈10”练习作为过渡题。

第一题是教师在绒板左边贴9只小鸟，右边贴4只小鸟。老师先与学生一起一只一只地数，共13只小鸟，然后说：“这样数虽然也可以，但比较麻烦，下面老师教你们一种算得快的方法。”接着提问：

左边有几只小鸟？（9只）

从右边移动几只小鸟到左边，左边的小鸟就可以凑成10只？（1只）

移动1只后，马上把左边的10只小鸟用毛线圈上，再问：

右边还剩下几只？（3只）

现在左边有10只，右边有3只，一共是多少只？（13只）

这样算快不快？（快）……

## 【问题导入】

对于一年级学生来说，理解抽象的知识比较费力，那么在学生原有知识基础上，在新旧知识之间引入一个形象的、好理解的“原型”，学生掌握新知识就比较容易了。沈庆灿老师与陈强仁老师很熟悉认知学习理论，他们知道，教学要符合学生认知发展阶段的特点，新知识要和已有知识有一定联系，也就是要以学生原有认知结构为基础。人的学习过程不是从平地建房子，而是在一个地基上建房子。你能否尽快建好新的房子，取决于你的建房方式能否适应最开始的地基。这句话很好地体现了认知主义的学习观点：学习就是面对当前的问题情境，在内心经过积极的组织，从而形成和发展认知结构的过程。它强调刺激与反应之间的联系是以意识为中介的，强调认知过程的重要性。

## 【理论点拨】

认知派学习理论家注重解释学习行为的中间过程，即目的、意义等，认为这些过程才是控制学习的可变因素。个体通过学习增加经验，改变认知结构，这种学习是内发的、主动的、整体性的质变过程。这个流派的典型学习理论代表是布鲁纳的发现学习和奥苏伯尔的接受学习。

### 1. 布鲁纳的认知结构学习理论

在布鲁纳看来，人类经知觉而将外在物体或事件转换为内在心理事件的过程即认知表征，或称知识表征。布鲁纳强调学生的主动探索，认为从事物变化中发现其原理原则才是构成学习的主要条件，故而布鲁纳的学习论又被称为发现学习论。布鲁纳强调，教师最重要的任务是配合学生身心发展，教学生如何思维，如何从求知活动中发现原则，从而整理统合，组织成属于自己的知识经验。因此，在教学过程中，教师要尽量设计各种方法，创设有利于学生发现、探究的学习情境，使学习成为一个积极主动的“索取”过程，从而充分调动学生自我探究、猜测、发现的积极性。

### 2. 奥苏伯尔有意义接受学习理论

美国心理学家奥苏伯尔认为，影响学习的最重要的因素是学生已知的内容，学生只有进行有意义的学习才会有价值。意义学习有两个先决条件：（1）学生表现出一种意义学习的心向，即表现出一种在新学内容与自己已有的知识之间建立联系的倾向；（2）学习内容对学生具有潜在意义，即能够与学生已有的知识结构联系起来。只有当学生把教学内容与自己认知结构联系起来时，意义学习才会发生。因此，在课堂教学中，影响意义接受学习的主要因素是学生的认知结构。

### 【应用指导】

在明晰了认知主义学习理论的主要观点之后，我们应该如何将其运用到具体的实践教学当中呢？主要可以采取以下措施：

1. 重视学习活动中学生的准备状态。学习的效果不仅取决于外部刺激和个体的主观努力，还取决于一个人已有的知识水平、认知结构、非认知因素等。教师要配合学生的经验，适当组织教材。教材的难度与逻辑上的先后顺序，必须针对学生的心智发展水平及认知表征方式做适当的安排，以使学生的知识经验能前后衔接，从而产生正向学习迁移。

2. 先行组织者策略。学习新知识前，提供一个材料，这个材料是以学生既有的知识为基础，并能与新知识发生联结，能够突出新知识的具体架构，为学习新知识作准备。

3. 注意将分化后的知识前后连接起来，形成一个有组织的贯通的知识体系，以便学生能够融会贯通。引导学习者以划分层次或列图表方式寻找发现内在的时间、空间、人物或其他方面的发展线索。认知学习理论还强调以整体的方式呈现教学材料，以培养学生的宏观观察能力和分析能力。

4. 遵循认知主义学习理论中重启迪的精神，不要束缚学生的思维和手脚，要以暗示和启发去引导学生展开想象的翅膀，发挥他们的想象力。

【资料卡片】

## 有指导的发现学习

女教师米迪正在为六年级学生的“经线和纬线”一课作准备，买一个大海滩球、找了一个旧网球、检查地图和地球仪等。

上课一开始，她让学生们指出在地图上他们所居住的位置，然后说：“假如你在暑假旅行中结识了一些新朋友，你想向你的朋友准确地描述你住在什么地方，你该怎么做？”

学生们提出了一些建议后，她问这些建议是否能足够准确地指出他们所居住的确切位置。学生们经进一步讨论后得出的结论是“不能”。

她继续说：“我们遇到了麻烦。我们想告诉我们的新朋友我们所居住的准确位置，但我们还没有一个合适的方法。让我们一起看看能否通过画图解决这个问题。”

她拿出海滩球和地球仪，让学生观察和比较。学生们在海滩球上确定了东、西、南、北诸方位后，她围绕球的中心画了一个圆圈，让学生们把圆圈认作赤道。学生们在网球上做了同样的事情。

朱迪继续在海滩球上的赤道两侧画圆圈，然后说：“现在，请大家比较一下这些线有什么共同点。”由此，同学们开始展开了热烈的讨论……

## 三、情感体验：人本主义学习论

### 【案例呈现】

在讲解王愿坚的《七根火柴》这一课时，为了加深学生对无名战士当时心情的体验，王老师要求学生用恰当的语气朗读关于写无名战士数火柴情境的语段，并解释读法依据。同学们非常积极地参与：

甲：“无名战士身体虚弱，但眼睛放出异样的光彩，挤出浑身力气，充满激情地数着火柴。”该同学朗读时声音低缓清晰，那一个个数字好似声声重锤敲打在看者的心鼓上。

乙：“我基本上同意甲同学的理解，但这几个数字的读法应有所变



化，而不是一味的低缓。我想无名战士说‘一’时抑制不住激动的心情，读时语气稍强，露出喜悦；读‘二’时伤口隐隐作痛，语调应稍低微；而读‘三’时伤口可能发作得厉害，但他强忍着伤痛，声音从牙缝里挤出……”

王老师感到非常高兴，她觉得对于乙同学来说，无名战士已经融进了他的心里。正是在情感的催化下，他才在此时此刻与课文发生了独特的遭遇，并转化为一种带有体验性的描述。

王老师也进一步认识到，在阅读教学中要让学生自己得其“滋味”，就必须借助情感催化学生对课文的体味，加强学生与教师之间的情感交流。如果没有学生自己与课文、与教师的交流，就不可能有学生对语文课程内容的深刻认识，更谈不上学生的情感、态度、价值观的发展。

### 【问题导入】

在上例中，我们会发现：如果学生没有与课文中的人物发生情感的交流与碰撞，产生“移情性理解”，是不可能如此生动感人的描述的。人本主义强调要重视学习者的意愿、情感、需要和价值观等因素，认为学习需要整个人都投入其中，也就是认知和情感两方面都要投入到学习活动中。教师和学生之间，学生和学习材料之间，都要有充分的情感交流。下面我们就来具体解读一下人本主义关于学习理论的观点。

### 【理论点拨】

人本主义学习论者以潜能的实现来说明学习的机制。他们反对刺激—反应这种机械决定论，强调学习中人的因素。他们认为必须尊重学习者，把学习者视为学习活动的主体；必须重视学习者的意愿、情感、需要和价值观；相信正常的学习者都能自己指导自己，激发“自我实现”潜能。所以，著名人本主义心理学家罗杰斯在教育改革领域中提出“以学生为中心”的教学理论，并倡导“非指导性教学”。

罗杰斯认为，所谓意义学习，不是指那种仅仅涉及事实累积的学习，而是指一种使个体的行为、态度、个性改变以及在未来选择行动方针时发生重大变化的学习。这不仅仅是一种增长知识的学习，而且

是一种与每个人各部分经验都融合在一起的学习。罗杰斯认为，意义学习主要包括四个要素：

1. 学习具有个人参与的性质，即整个人（包括情感和认知两方面）都投入学习活动。

2. 学习是自我发起的，即便在推动力或刺激来自外界时，要求发现、获得、掌握和领会的感觉是来自内部的。

3. 学习是渗透性的，也就是说，它会使学生的行为、态度乃至个性都发生变化。

4. 学习是由学生自我评价的，因为学生最清楚这种学习是否满足自己的需要，是否有助于导入他想要知道的东西，是否了解到了自己原来不甚清楚的某些方面。

总之，罗杰斯等人本主义心理学家从他们的自然人性论、自我实现论出发，在教育实践中倡导以学生经验为中心的“有意义的自由学习”，对传统的教育理论造成了冲击，推动了教育改革运动的发展。不过，罗杰斯对教师作用的否定，是言过其实的。

### 【应用指导】

既然我们对人本主义学习论对学生的主体作用和自身价值的独到见解有了初步的了解，那么我们应当如何将其渗透到实践教学当中呢？

1. 以学生为中心的原则。教师应由衷地信任学生能够发挥自己的潜能，能够“自我实现”。师生共同分担学习过程的责任，一起制定课程计划、管理方式等方面的计划；教师提供各种各样的“学习资源”，包括他们自己的学习经验或其他经验，书籍及各种参考资料，社会实践活动等等；学生自己制定学习目标，学习方案，自己对学习情况作出评价。教师的作用是“催化剂”和“助产士”而非权威，帮助学生理解自己、发展自己，创造一种真诚、关心、理解同时又能促进学习的气氛。

2. 重视培养学生良好的道德品质与行为习惯。人本主义学习论强调道德教育，认为理想的道德教育是将道德教育的理念与实践融合在各学科的教学活动之中，使学生在不知不觉中形成健全的人格。

3. 教师要辅导学生了解并接纳自己；了解群己关系和社会规范；

了解自己的权利和义务，树立团结合作的精神，选择自己的前进方向，建立适当的价值观念。

4. 加强传统文化和人文科学两方面的教育。现代教育不仅仅是要培养具有某种专长的“专才”，要培养具有现代化教养的“现代人”。传统文化的传授和人文教育的加强有助于培养学生的爱国热情和民族自豪感，树立远大的理想和志向，形成高尚的情操和坚定的意志品质，使每一个未来的社会主义事业的接班人都具有深厚而扎实的文化底蕴和人文内涵。

5. 家庭、学校、社会三结合，共同营造良好的育人环境。人本主义学习论重视环境对学生的影响作用，主张为学生的学习提供宽松、自由、信任、无外在压力的良好学习氛围，提供丰富的学习资源。这是实现以学习者为中心的教学前提，要求家庭、学校、社会三者结合，共同为学生创设良好的学习环境。

### 【资料卡片】

#### 非指导性培训

这是参加非指导性培训的一位成人学习者的叙述：

这门课程的学习完全是无组织的，确实是这样。在任何时候，任何人甚至是教师本人都不知道课堂的下一刻会出现什么，会出现哪些讨论课题，会提出哪些问题，会形成什么样的个人需要、感情和情绪。是罗杰斯先生自己造成了这样一种无组织的自由气氛——如同人们允许彼此为所欲为那般自由。他用一种友好的、轻松的方式与学生（大约 35 人）一起围着一张大桌子坐下，并且说：“如果我们表达自己的意愿并作自我介绍，那是令人高兴的。”接踵而来的是一阵紧张的寂静，没人说话。最后，为了打破这种沉默，一位学生羞怯地举起手，发了言。又是一阵令人不快的安静，然后，又有一位学生发言。此后，举手更多了，大家活跃起来……

#### 四、意义建构：建构主义学习论

##### 【案例呈现】

庄老师正在给学生上科学课，他这堂课的题目是“给水变个样”。他准备了清水、各种类型的透明容器。学生们也带来了老师要求的東西：气球、棉线。

“老师这儿有一个谜语，想不想猜？用手抓不起，用刀劈不开，做饭洗衣服，都要请它来”。（谜底：水）

学生们叽叽喳喳的开始猜谜语，热情高涨。

庄老师继续说：“根据谜语，你知道了水的哪些知识？”“光凭我们的猜想是不能科学地说明水是可以流动的，没有固定形状的，你准备怎么办？”“你准备用哪些方法给水变个样？”“请同学们设计一个实验来验证自己的想法。”

.....

接下来四人为一小组，制定实验计划：A. 玩水球。B. 倒水（用量筒、三角烧瓶、漏斗、水槽等）。

.....

庄老师：“我们用实验证明了我们的猜想——水是可以流动的、没有固定形状的。这些都是水的性质。”

进而给出液体的概念——像水那样，可以流动，没有固定形状的物体叫液体。

让学生看书上三幅图，认识三种液体（油、橙汁、牛奶）。进而明确：这三种液体也像水一样可以流动，没有固定的形状。

这时庄老师问道：“常见的液体很多，你还能举出一些例子吗？”

.....

庄老师继续问道：“通过这堂课的学习，你有什么收获？你对自己有什么评价呢？”

.....

最后庄老师进行小结：“希望同学们课后能继续研究。留给你们的问题是：沙子是不是液体，巧克力是不是液体？你能用实验证明吗？”