

第三章 探究式科学教育

第一节 什么是探究

第二节 什么是探究式科学教育

第三节 探究式科学教育的步骤

第四节 为什么要以探究的方式来学习科学

参考文献



汉博

在我国的新课程标准中已经明确小学的科学教育要以探究为核心。在“做中学”科学教育实验项目中提法就更加明确了，“做中学”科学教育就是在中国幼儿园和小学中进行的基于实践的探究式科学教育，“做中学”是它的简称。由于探究式的科学教育在我国还处于起步阶段，人们对它的理解并不相同。我们认为，探究式科学教育的形式可以多样，但它的根本特征不能模糊，不能走样。什么是探究式科学教育的根本特征呢？这是本章要讨论的问题。

对任何一项教育改革来说，明确指导思想是重要的，但是只靠指导思想是无法具体实施的。对于教师来说，要在课堂实施某项教育改革，只靠理念是不够的，需要掌握具体的教学策略。尽可能为教师提供可以在课堂中使用的教学策略，是本章选择内容的依据。

第一节 什么是探究

探究是科学研究的基本方法。热衷于探究是科学家的基本性格组成，也是儿童的天性。从这点上看，科学家很像长大了的孩子，所以，保护儿童的好奇心是十分重要的。保护儿童的好奇心，不仅是为了增加他们学习过程中的动力，而且也是在成就他们终身学习的兴趣和创新能力。

做学问，要学问；

不学问，非学问，

——李政道

在中国的教育传统中是很重视从“疑”中学习的，著名的“论语”一书就是记载了两千多年以前孔子和他的学生之间的对话。大多是学生提出问题，孔子予以回答，这个传统是应该很好保持和发扬的。

什么是探究呢？美国国家研究理事会在美国国家科学教育标准中给出如下的定义：探究是一种多层面的活动，它包括进行观察；提出问题；通过浏览书籍和其他信息资源来了解什么是已经知道的知识；制定调查研究计划；根据实验方面的证据，评价已经知道的知识；用多种手段来搜集、分析和解释数据；提出解答、阐述和预测；交流结果。探究需要对假设进行证明，需要运用批判和逻辑思维，并考虑其他可供选择的解释《3.1》。

第二节 什么是探究式科学教育

探究式科学教育是在教师和学生共同组成的学习环境中，让儿童亲历科学探究的学习过程。它大致包括根据实际情景、观察到的现象和可以获得的信息，从儿童已有的知识、对问题的了解和已具有的科学概念（想法）出发，提出问题；对问题的解答进行推测；为证实推测而设计实验或进行观

察；收集和整理数据；得出结论和进行交流；提出新的问题……。在有些探究课题中，还鼓励学生将学到的科学知识和日常生活相联系。

在科学教育中，经常争论的问题是：探究式科学教育究竟是一种学习科学的方法，用来帮助学生更好的掌握知识；还是本身就作为一种课程的目标。在教育部颁发的《标准》中写道，探究既是科学学习的目的，又是科学学习的方式《3.2》。对年幼的学生来说，可能学习探究的过程比掌握具体的知识更应引起我们的重视。在本章的第三节中，我们将会简要给出来自脑科学的研究结果，以支持这个观点。但是，那种认为幼儿园和小学的科学教育只是承担科学启蒙的任务，不追求知识的完整性和系统性的观点是不正确的。如果不是认真根据儿童认知发展的规律和儿童已有的科学基础，精心加以选择和组织儿童探究的内容，而是在课堂上采用零碎的，杂乱的案例，这样的探究式科学教育将会是效率很低的教育，也达不到培养儿童探究能力的目的。因此，在探究式科学教育中，需要把儿童建立新的科学概念（想法）、改善和纠正已有的科学概念和探究能力的培养，以及科学态度的培养结合起来考虑。

探究式科学学习应该是一个完整的过程。在此过程中，学生学习如何进行探究的方法，掌握核心的科学知识和概念，同时培养学生的批判性思维、尊重事实、尊重别人、合

作而主动积极的科学态度等。我们认为，在探究式科学学习的过程中，不同的层次的探究活动可以有不同的侧重，但是，对学生探究能力的培养来说，探究过程的各个环节是不能分割的，不能说用一个科学活动来培养学生提出问题，另一个活动来教学生如何设计实验，再通过一个活动来教学生总结，这样做不是完整的探究过程，也达不到探究式科学教育的目的。

探究式的科学教育应该是什么样的呢？在下面的四个方框中，我们给出四个实例来进行讨论。

在第一个例子中，教师一下子向学生提出了许多问题，这些都是科学问题，但是对这些问题的答案不可能由学生自己来探究，教师应该在设置场景以后，汇聚到一个适宜学生探究的、和科学概念有关的科学问题上，引导学生实际动手进行探究。

例一：

有一篇介绍科学探究的文章“让学生自主探究”，其有这样的一段老师对课堂教学提问的描述：

例如：在讲天体运动时，我以神州五号为例，问学生，有谁知道宇航员在太空是怎样生活的？他们看太空是怎样的？有什么样的感受？宇宙飞船是怎样起飞的？又是怎样返回地面的？等等，通过这种情景的创设，让学生产生浓厚的兴趣和好奇心，激发探究的欲望。

在第二个案例里，教师明确了实验的内容——什么是温度？什么是温度计？，也让学生动手实验了，但是所有的过程是教师设计好的，实验不过是为了证实教师所列出的知识

点，只是为了加深学生对教师给出的知识点的记忆，这是传统的实验教学，不是探究式科学教育过程。

例二：教师在黑板上写道：

1. 什么是温度？

物体有冷有热，物体的冷热程度叫温度。

2. 什么是温度计？

温度计由一根玻璃管、玻璃泡(内装有水银、煤油或酒精等液体)刻度三部分组成。

3. 实验.....

(此案例摘抄自某小学实验室的板书)

第三个例子是北京师范大学幼儿园“做中学”科学教育实验项目中发展的一个实际案例。

在进行“蜗牛喜欢吃什么？”的案例教学时，教师已经和学生一起做过两次科学活动的准备，教室里养了蜗牛。已经将学生引入场景后，学生很自然的提出了探究的问题，蜗牛喜欢吃什么？这是一个开放的问题，学生可以依据自己的生活实践，提出许多不同的建议，来回答所提出的问题。随后，他们动手自己来验证，进行集体讨论和汇总。观察和记录伴随着整个探究过程。

孩子们通过探究了解到生物要维持生命都需要吃食物。生物有它们喜欢吃的食物和不喜欢吃的食物，还有它们不吃的食物。活动使孩子激发了探究的热情，提出了更多的问题，于是探究活动继续下去。这个案例是北京师范大学附属幼儿园在三年的“做中学”科学教育实践中不断总结提炼而成的，她们写的总结很值得一读。

例三：蜗牛喜欢吃什么？《3.3》

这是北京师范大学附属幼儿园所进行的对“蜗牛”探究系列活动中的一部分。

教师设计了一些活动，把学生带入了情景。学生首先观察了蜗牛的特点，寻找蜗牛的住所，在班级里饲养了蜗牛，孩子纷纷从家里带来了食物喂蜗牛。于是，有的孩子提出问题：蜗牛喜欢吃什么东西？这时，老师组织了下面专题的探究。

老师引导孩子猜想，“蜗牛喜欢吃什么？”

孩子提出了很多食物，比如叶子、葡萄、白菜、花……

老师提示儿童用绘画的形式记录下自己的猜想。之后，鼓励孩子们按自己的猜想给蜗牛喂食，看蜗牛喜欢吃什么和不喜欢吃什么？

幼儿自己做验证，从家里带来了不同的食物，认真地观察蜗牛进食的过程，并用符号“V”，“X”，或是用归类画图来记录。

活动一段时间以后，教师组织了交流和集体分享。老师帮助儿童一起汇总实验中的发现：

“你都喂了蜗牛什么吃的？”

“哪些东西蜗牛吃了，那些东西蜗牛没有吃？”

“你觉得蜗牛喜欢吃什么样的东西？”

“你觉得蜗牛不喜欢吃什么样的东西？”

“你们的发现都一样吗？”

“你还有什么新的发现吗？”

教师引导学生整理各个人的发现，汇总成班级的结果。

孩子们知道了生物要维持生命都需要吃食物。生物有它们喜欢吃的食物和不喜欢吃的食物，还有它们不吃的食物。

孩子经历了提问、猜想、实验、观察、记录、讨论、表达的互动过程。

孩子又提出了新的问题：

“蜗牛吃什么颜色的食物就排泄什么颜色的粪便吗？”

“水果是甜的，蜗牛更喜欢吃甜食吗？”

教师引导学生联系自己的情况，问学生“你们喜欢吃什么？”继续进行探究。

在第四个方框里给出的是《标准》中推荐的一个案例，它虽然也包含了探究的几个步骤，如提出问题、假设和预测、制定实验计划和进行实验、搜集整理信息、应用、并进一步

验证等，但是，这不是一个探究式科学教育的过程。首先，所提出的探究问题并不是一个小学生适宜探究的科学问题，甚至不是一个明确的科学问题。鸡生的是什么病？韭菜中的什么成分治好了鸡的病？所提出问题和方法都没有运用科学的准确的语言和科学的研究方法。其次，作为探究式科学教育，学生是主动的学习者，但是这种学习是在

例四 《3.2》:

去年夏初，我们这里流行鸡瘟，蛋鸡大量死亡。我家一窝鸡突然也有几只染上了鸡瘟。爸爸到兽医站买回 20 多元治鸡瘟的药，但给鸡喂后效果不佳，结果我家也死了 10 只鸡。爸爸妈妈担心一窝鸡都会染上鸡瘟，愁眉不展。

一天放学回家，我发现鸡群中有几只鸡特别有精神，一点儿也不打蔫。（提出问题）这引起了极大的兴趣，暗下决心认真观察其中的究竟。

从这天起，每天放学一回家，我就寻找这几只鸡，并没有发现有什么异样的表现。只是这几只鸡经常远离鸡群，跑到邻家的菜地去觅食。我发现韭菜畦里的土松松的，并且有些小窝窝，仿佛鸡在那里钻过，而韭菜却高的，矮的，参差不齐，有鸡啄过的痕迹。难道韭菜对预防和治疗鸡瘟有作用？（假设和预测）我抱着尝试的心理开始做试验。首先选两只病鸡作为试验对象，从菜园里割回一小把韭菜，把韭菜捣烂撮成豌豆般大小、鸡刚好能够吞下的丸，一天分早、中、晚 3 次定时定量（每次 3 丸）给两只病鸡喂药。（制定计划）开始几天，鸡的病状没有什么变化。第四天早上，我又给鸡喂药，发现鸡略微有了一些精神，好像有了食欲，我忙抓来一把小米，它们能啄上十几下，这坚定了我试验的信心。我按前 3 天的方法继续喂上 3 天，奇迹果然出现了，病鸡竟活泼起来了。为了进一步验证试验的准确程度，我把 3 只病鸡和 3 只无病鸡分别进行笼养试验，并做好病鸡观察记录：（搜集整理信息）（表格已略去）

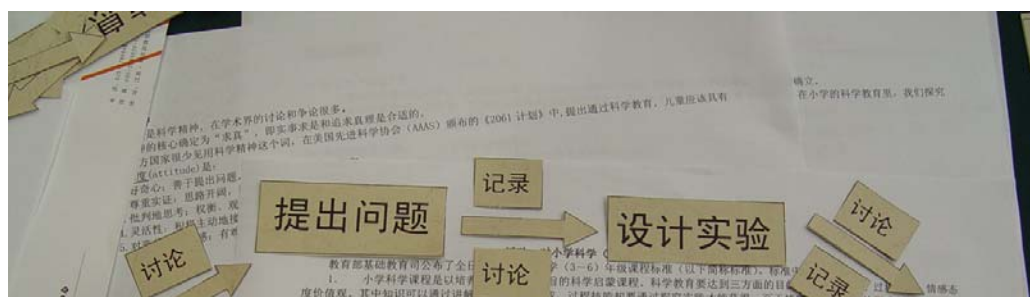
我根据鸡的病情定量喂药，结果病鸡痊愈了。这说明韭菜确实能防治鸡瘟。（思考与结论）消息像长了翅膀似的，一传十，十传百，全村人都知晓了，乡亲们按我的方法进行预防和治疗，效果也十分理想。（应用并进一步验证）

一个有教师和学生互动、学生和学生之间互动的过程和环境
中实现的，不是关起门来一个人做的小科技实验。

从上述几个例子的对比里，我们可以总结出探究式科学教育中最重要的两个特征：一是对学生适宜探究的科学问题提出基于实证的验证过程，二是在一个具有师生互动、学生间互动的环境中，由学习者主动进行的探究过程。

第三节 探究式科学教育的步骤

根据上面北京师范大学附属幼儿园提供的案例，我们大致可以列出探究式科学教育中所包含的步骤：提出问题；推测和假设；设计实验；寻求证实；信息和数据处理；获得结论和表达。在我们进行的教师培训中，了解到教师对探究的步骤大体是清楚的，图 3.1 中给出培训班中教师排出的探究步骤，而图 3.2 中给出的是我们总结的探究式科学教育的步骤。



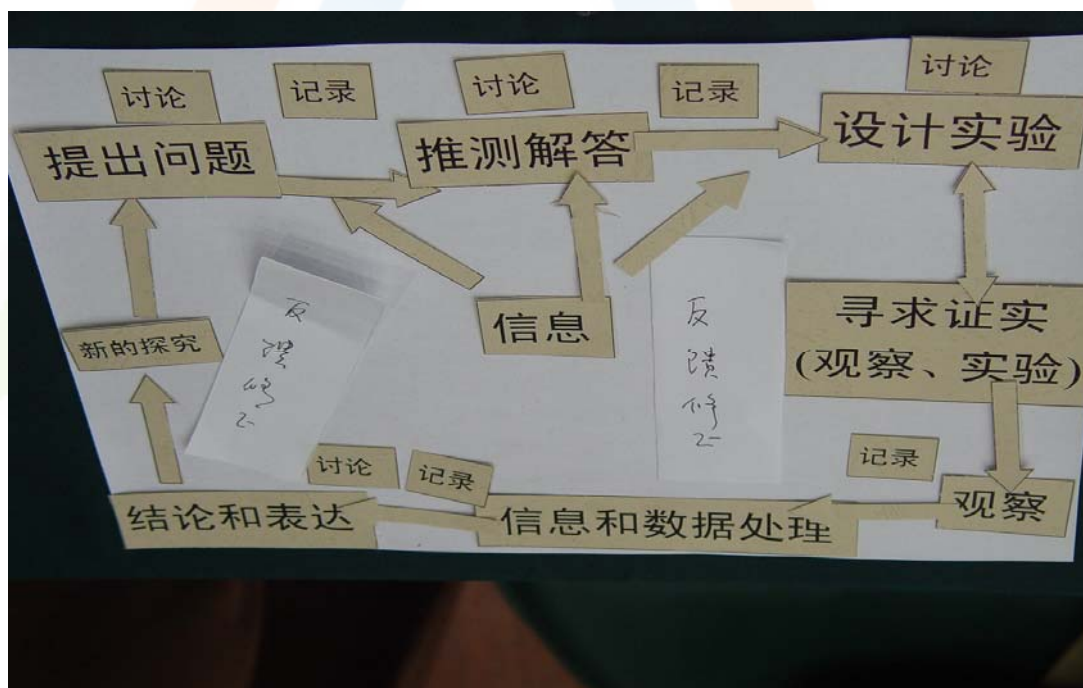


图 3.1 培训中教师给出的探究步骤图

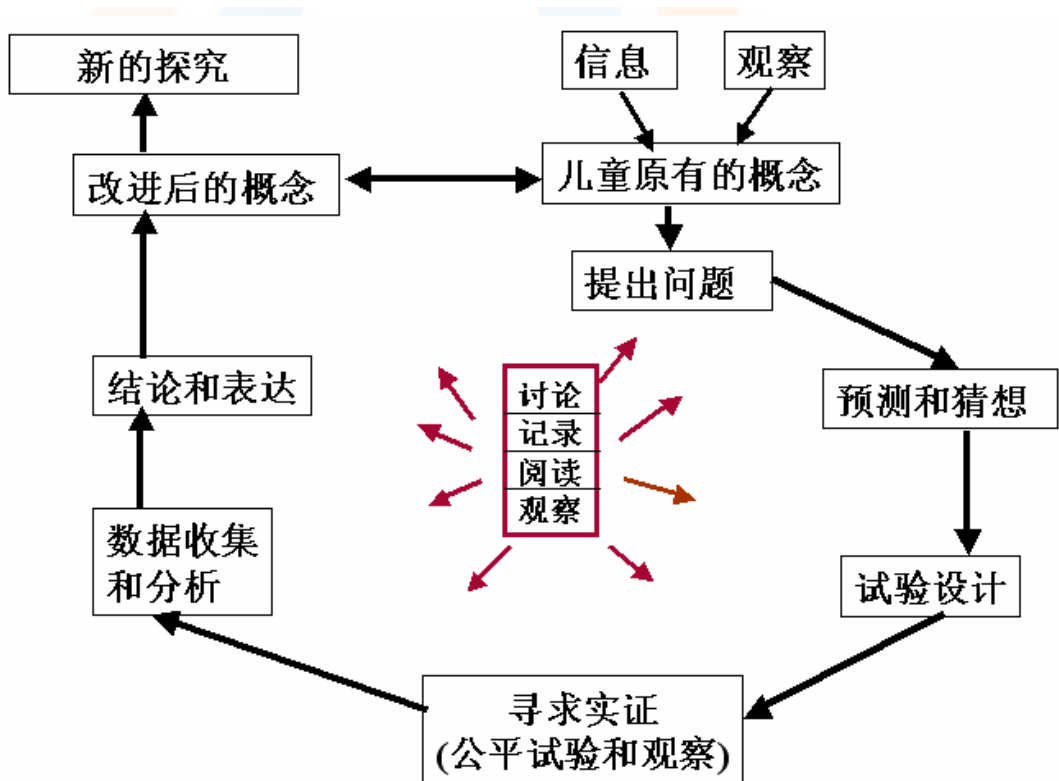
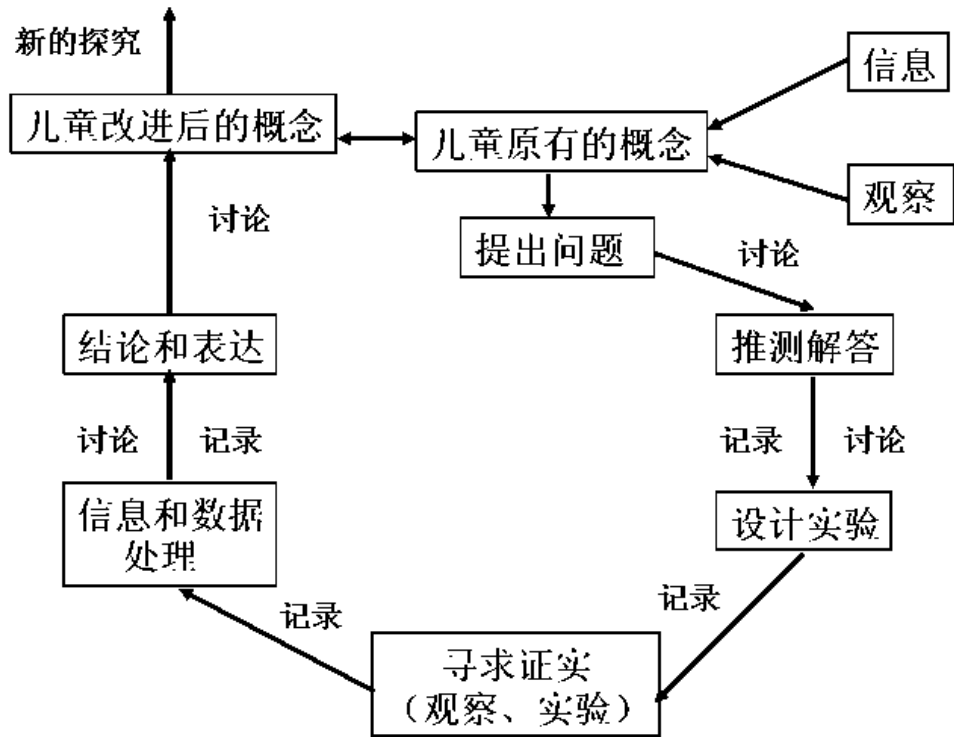


图 3.2 探究式科学学习的步骤

对比图 3.1 和图 3.2 可以发现它们主要的区别,在图 3.2 中强调了要从儿童原有的科学概念(或想法)出发来提出问题,探究的内容是围绕有组织的知识进行的,围绕儿童科学概念的建立和改善来进行的。

从图 3.1 改变成图 3.2 反映了发达国家,特别是美国和加拿大探究式科学教育的经验总结和改进的历程。在六十年代,美国的科学教育主要强调了探究的过程,又受到皮亚杰(Jean Piaget, 1896 - 1980)儿童发展理论的影响,认为儿童科学概念的建立是一个自然发展的过程,不受外界的影响。因而,在当时的探究式科学教育中,主要强调了儿童主动的发现过程,被称为是“发现式”的科学教育。经过一段科学教育的实践,加上接受了社会建构主义(参见本章第四节)的理论和吸收了认知科学研究的成果,美国等国的科学教育界提出了新的改革方案,他们主张探究式科学教育应该是教师指导下的学生主动的建构过程,既强调过程也强调探究的内容,既强调在探究的过程中要“动手”,也强调要“动脑”,这种改进明显提高了探究式科学教育的效率。目前美国、加拿大、澳大利亚等国大体上都沿着这样的思路来发展他们的科学教育标准和教材。

应该指出,列出图 3.2 中所示的步骤,只是为新涉足探究式科学教育的教师进行探究式教学过程提供参考。我们认为,在分析的基础上,再进行综合,在学习如何按部就班来

做的基础上，再创造自己的特点，有利于掌握探究式科学教育的方法。就像一个好的厨师，不会按照菜谱刻板地烧制菜肴，但会经常参照好的食谱。

当教师熟悉了探究式科学教育的教学方式以后，不必拘泥于这些步骤，可以灵活运用，自然地衔接。探究式科学教育强调探究的过程应尽可能贴近学生的生活，满足学生生存和发展的需要，并应以学生的原有基础为出发点。教师应尊重学生的兴趣和学习特点，根据实际情况，引导学生完成探究的全过程。

下面列出在探究式科学教育的各个步骤的实施中，应该考虑的问题和可以采取的教学策略。

第一步：提出问题。

教师将学生引入情景，让他们观察和获得有关的信息，逐步聚焦话题。从学生原有的概念和实际理解出发，由教师或在教师帮助下由学生归结出将进行探究的问题。这一步是很重要的，立题不对，常常直接影响到探究式科学教育能不能顺利进行，能不能有效果。立题也不能只靠现成的案例，即使有案例，也需要教师理解以后，根据学生的实际情况决定如何采用。在这一步中，关键在于两点：一是教师如何将学生引入讨论，并了解学生已有的概念和认识；另一个关键是学生往往会提出许多问题，这些问题中，有的适于探究，有的不适于探究，教师要根据教学计划的要求，经过和

学生的对话，引导学生集中探究的题目。在“做中学”科学教育的试点中，我们发现相当一部分教师和教研员，对这方面的问题有些疑惑，所以我们将在 4.1 节中专门提出来讨论。

第二步：进行第一次集体讨论。

学生提出自己对问题答案的推测，经过教师与学生之间，学生与学生之间的讨论，得出学生自己或是小组对问题答案的预测，并尽可能用不同方式记录下来。

在探究式教育中有多次讨论。讨论是探究式科学教育中教师和学生互动，学生和学生互动的主要形式，贯穿着探究的全过程，构成了探究的“软”环境。我们将把组织讨论中的一些共性问题放在第 4.2 节中讨论

第三步：经过第二次集体讨论，完成实验设计，以进行调查研究。

以每个学生或每个小组为单位，设计如何通过实验或观察来证实自己的预测。在动手进行观察或实验以前，要尽可能把步骤想清楚，最好记录下来，或制作成要填写的表格等。教师对可能发生的不安全的因素要予以强调。对可能明显不完善的地方，可以启发学生进一步完善。

应该注意启发学生在相等条件下，变动一个因素来进行实验的方法，我们称它为公平实验。

教师可以通过提问引导学生，如：

为了搜集我们需要的证据，我们能作什么？

我们需要做什么实验？

这是一种好方法吗？

这样做公平吗？

我们能用其他方法吗？

那可能好一点吗？

我们做这个实验时需要一定的顺序吗？

我们从哪儿能得到帮助？

谁能帮助我们？

第四步：进行实验和观测

在进行实验和观察的过程中，

1. 要尽可能让学生直接接触实际的客观世界，运用多种感官去感受现实的世界，包括：视觉、听觉、触觉、味觉、嗅觉等，这样做是符合这个年龄阶段儿童脑的发展特点的。
2. 实验要在可重复和可以控制的情况下进行，要做到这点，变量要尽量单一。
3. 注意使用定量的测量工具。

在整个探究过程中会经常需要进行观察，要注意引导学生围绕某个核心的内容或概念作深入的观察，而不要做不集中的、目的不明确的、表面的观察。强调观察要深入和细致，多看看，看仔细一点，多想一想，设法改变一下。关于观察我们也会在第 4.3 节中专门讨论。

学生在整个调查研究期间都需要教师的引导，但不要给学生指示，要用问题引导他们参与到调查研究中去。下面一些问题也许有助于观察和实验的进行：

我们首先需要做什么？

我们怎么分工，谁做什么？

我们怎样用这些物品和工具？

我们要注意哪些安全问题？

我们小心地做了吗？

你想下一步会发生什么？

我们应该记录什么？

做到现在，是不是需要我们观察些其他现象？

第五步：处理信息和数据，并把它们转换成实证

把观察到的信息和实验中获得的数据加以整理和分析，以归纳出现象后面存在的规律，是科学研究中很重要的步骤。科学家在这个时候会运用两种思维方式：推理思维和直觉思维。科学家在进行推理思维时，需要一步一步的进行，需要运用一些模型来帮助分析，这个过程是可以说得清楚的，可以教授给学生的。另一种思维是直觉思维的方式。科学家在进行直觉思维时，需要依靠平行提取的，已经积累的大量知识和经验，在激情驱动下产生灵感，这个过程是不能清晰的表述的。这种思维能力可以慢慢培养，但不能简单地传授。对幼儿园和小学的学生来说，进行信息和数据处理这

一步是“动脑”的时候，应该逐步引导他们运用推理的思维来进行数据的显示和分析，而不要鼓励他们依靠直接的感知来形成表面的结论。因为在儿童发展的早期，他们常常会依靠感知到的信息形成的直觉来判断事物，形成一些有关科学的初始概念，这些概念往往是不全面的，甚至是不正确的，需要我们通过科学教育，逐步发展他们的推理能力来纠正或改善它们。

启发学生思考的问题如：

我们看见什么？

它意味着什么？

我们可以用什么模型去分析这些数据？

我们得到的数据支持我们原来的设想吗？

我们得到的数据支持什么解释和不支持什么解释？

这样的结果令我们惊讶吗？

第六步：表达和交流

表达和交流是科学研究中重要的环节。组织自己的想法，并设法向别人说明，或是设法说服别人，都是一种重要的思维过程。科学家许多重要的科学思想常常是在交谈和辩论中产生的，激烈的讨论和辩论会激发新的思维，被称为是科学家灵魂的碰撞。在许多研究单位都有日间在一起喝咖啡或茶的习惯，以便鼓励研究集体中的成员经常进行交流和讨论。现在全世界举行那么多的学术会议和在互联网上的各种

频繁的邮件交换，都是科学家加强联系和交流的方式。

在幼儿园和小学的探究式科学教育中，培养学生表达和交流的能力更具有特殊重要的意义，因为这个年龄阶段是培养儿童的语言能力的重要时期。结合科学教育，让学生掌握科学的语言，描绘他们亲自经历的，丰富而又复杂的实际科学探究过程，可以有效地培养学生在语言方面书写和口头表达能力。

这一步中教师用于引导学生的问题如：

我们确信我们得到的结果吗？

它意味着什么？

有其他办法吗？

我以前看到过类似的事吗？

这样的结论和我原来的想法一样吗？

这样的结论对我们有用吗？

我们可以怎样向别人显示我们的结果？

在进行这些讨论时要注意让学生充分表达他们不同的意见和进行争论，最后全班要形成明确的结论，并尽可能用科学的语言记录下来。

形成明确的结论并不意味着要求所有的学生都同意某个结论，更并不意味着所有的学生都已经掌握了这个结论中所包含的科学概念。要让学生把最后的结论和自己最初的设想作对比。形成结论后要让学生记录下来，鼓励用不同的形式，

用科学的语言来记录。(详见第 4.4 节)

鼓励学生正式在全体同学面前作尽可能完整的表达,可以模仿科学家做科学报告那样,也可以采用多样的适合儿童表达的形式,但是应该力求保持使用科学的语言。

探究过程中进行的实验或观察没有得到预想的结果,或者是结论和原来的预测不同时,教师一定要坚持实事求是的原则,要告诉学生科学探究中发生意想不到的情况是经常发生的事,有时我们从失败中会学到比成功更珍贵的东西。

第七步:集体讨论,进行回顾;联系生活实践,提出新的问题。

不管是对还是错,要用明确的科学语言来表达结果,在原有儿童概念的基础上改善或扩展儿童原有的概念。对有的学生来说,概念也可能没有获得改善,因为有的儿童概念的改变是很困难的,不能靠一次探究来完成。

在这时,可以给学生补充和扩充相关的知识,鼓励提出更多的问题。学生能经过这次探究学习活动引出更多的问题,说明这次探究活动是成功的,即使我们不能对这些问题进行进一步的探究。

运用互联网查阅更多的知识,从相关的网站上获取知识,是很好的扩充视野的方法,在整个探究过程中都可以运用。

探究过程是组织学生学习的主干,但不是什么知识都可

以包含在探究的内容里。教师的某些讲授常常会伴随在探究的过程中，有时教师需要告诉学生仪器和器械的使用方法；有时需要扩充和连接知识，有时需要启发学生查找资料等等。但是，这种讲授是结合在探究的过程中进行的，而不是孤立的灌输。和由教师直接教给学生概念的定义和知识不同，学生是在接触了实际以后，在主动的建构概念的过程中去组织新的知识。在“蜗牛”一课中，当学生接触了蜗牛，引出了许多想要探究的问题，有了主动探究的要求，教师很自然带领学生查资料，问家长、请教专家，查字典，这都是很好的训练和扩充知识的时机和办法。

第一节 为什么要以探究的方式来学习科学

今天，信息爆炸性的增长使传统的知识传授方式受到了严峻的挑战，没有智能工具的引导，我们将不可能管理日益增多的海量的信息，智慧和直觉会在浩瀚知识的海洋里遗失。在知识社会里信息的综合和生成数据本身一样重要，因而，我们不仅要培养学生学习的能力，还要培养他们解决问题的能力；不仅要培养他们分析和推理的能力，还需要培养他们综合运用信息的能力。实施探究式科学教育是教育改革的重要组成部分，是培养创新人才的重要途径。

为什么要以探究的方式进行科学教育呢，我们可以从以下三方面来加以说明。

来自科学家的意见

近年来，国际科学界采取积极主动的联合行动，致力于在国际范围内推动探究式科学教育的实施。六、七十年代，由科学家提出的探究式科学教育，来自于成功的科学家实践经验的总结，在经过较长期的教学实践以后，得到了进一步的发展。

科学家们所以大力倡导探究式科学教育，是因为他们从自己的经验中认识到：

1. 科学教育应该保护儿童的好奇心；
2. 科学教育应该有利于激发儿童对探究的热情，学习的主动性；
3. 尊重事实，追求真实，不仅对科学研究，对生活中思考和判断问题也是十分重要的，应该从小培养孩子这样的思维习惯和生活态度；
4. 科学家认识事件和研究问题有特定的模式；
5. 科学家记不住所有的知识，但一定记住一些和他们研究专业领域有关的核心知识和它们之间在解决问题时的联系(模式)；
6. 和自然与实践的广泛接触，可以增加想像的空间。
科学的结论并不总是正确的，实证是检验科学研究真伪的唯一标准；
7. 语言表达和交流是很重要的；

8. 科学研究中的合作精神是很重要的；
9. 不是单纯的知识造就了科学家的成功，科学研究需要热情、坚韧和合作。因此，需要从小培养儿童的社会情绪能力，社会情绪能力更能预示儿童的成功。但是，社会情绪能力的培养不能靠空洞的说教，而是要靠从实践中培养。在人类的实践活动中，最适合引入幼儿园和小学教学环境的是科学实践活动。

来自教育理论的支持

儿童认知和情感的发展规律是我们制定教育策略的基础。从皮亚杰开始，近代心理学对儿童进行了来自经验的系统观察，总结了儿童认知的发展规律。皮亚杰的研究工作具有开创性，对教育的影响也很大，但是他认为儿童生而具有某种认知结构，它们在儿童发展的过程中依次出现，儿童的认知能力的发展的进程受环境刺激的影响不大，在预定的时间以前不会出现。西方国家在科学教育中一度受到皮亚杰理论的影响，强调了儿童自发的主动探究过程，有的学者也把它称为发现式科学教育。七十年代以来，教育界发现这样的教育效果并不好，而且儿童的发展过程并不是不能变化的，和儿童遇到的环境与教育方式有关，于是逐渐靠近了考虑儿童和社会环境相互作用的发展与学习建构过程。

和皮亚杰同时期的维果茨基 (Vygotsky, 1896-1934) 是前苏联的一位心理学家。他强调社会活动对学习的作用。他的社会建构理论在他逝世以后才被人重视, 成为支持探究式学习的基本教育理论。他的理论对教育的影响可以归结为:

1. 课程设计: 由于儿童有效地学习要通过一定社会环境下的互动来实现, 所以在课程设计中要强调学习者和学习任务之间的互动, 强调学习环境的设置。
2. 学习指导: 在成人适当地帮助下, 儿童常常可以完成他独自无法完成的任务, 所以要经常根据儿童的水平提供灵活的“脚手架”来帮助儿童。“脚手架”并不仅仅是为了产生直接的效果, 更是为了慢慢地培养儿童未来独立解决问题的能力。
3. 评价: 评价要考虑“最邻近发展区”的概念, 即考虑儿童实际具有的发展水平和在帮助下可能获得的发展水平。两个儿童可能具有同样的发展水平, 但在获得同样的帮助的情况下, 可能最后达到的解决的问题水平并不一样, 评价时应考虑这个因素。详细的讨论可以参见有关 SCI 的教材《 3.5》

在上世纪的后几十年中，认知科学发展很快，进一步揭示了有关人是如何学习的某些规律。例如发现优秀的国际象棋选手和一般的人一起看一盘棋，如果棋子是按棋谱摆放的，棋子取走后，棋手比普通人记住的棋子明显要多。但是如果棋子安放是杂乱无章的，棋手和普通人记住棋子的数目差别并不大。所以认知科学的进展告诉我们：专家们所以能较好的学习和解决问题是因为在他们的脑中建立了一些概念和模型。概念也是建构儿童认知的基石，幼儿园和小学的学生已经有能力建立一些认知结构，在科学教育中教师搭建一些“脚手架”，帮助学生建立一些概念和认知模型会提高学生科学探究的效率。但是，建立这些概念和认知结构需要从儿童原有的概念出发(儿童往往会具有一些错误的想法)，通过“做中学(动手、动脑)”来进行。

2002年诺贝尔心理学奖获得者卡拉曼(D. Kahneman)在他的诺贝尔获奖者演说中概括了人进行思维和决策时运用的三种不同的方式(图3.2):运用感知来进行认知,运用直觉的决策系统和运用推理的决策系统《3.6》。人会运用感知来认识事物,以直接形成一些判断和想法,儿童早期的认知过程常常就属于这一类。就思维过程而言,利用感知来判断和运用直觉的决策系统有许多相似之处,它们都是快速、平行和自动的联想过程,它们是不能刻意追求的,不能用明确的方式传授给其他人的;而在逻辑推理的决策系统中,运用

的是较缓慢的、串联进行的、可控制的思维方式，它可以有规则可循，也可以根据规则而变化，这种推理的思维方式经过努力和积累是可以学会的。从思维的内容来看，由感知形成的认知，主要依靠感官在面对的、即时的刺激下获得的信息来进行。但是，无论是激情驱动下的依靠直觉的决策系统，还是依靠推理的逻辑决策系统，都需要建筑在大量知识和经验积累的基础上。这些知识和经验是可以陈述的、而且是用概念来表达的。在幼儿园和小学的科学教育中，我们让儿童从熟悉的、主要依靠感官而感知的认知方式方法出发，逐步学会运用基于事实的推理思维。在这个过程中，我们引导学生学习的内容不能是杂乱的、无组织结构的知识，而应该是有组织的、有结构的，这就是我们通常说的概念和模型。概念是有组织的，有不同程度覆盖面的、用抽象语言表达的知识，而模型表示了概念之间的联系。我们需要通过探究式科学教育帮助学生逐步建立科学概念和认知模型。

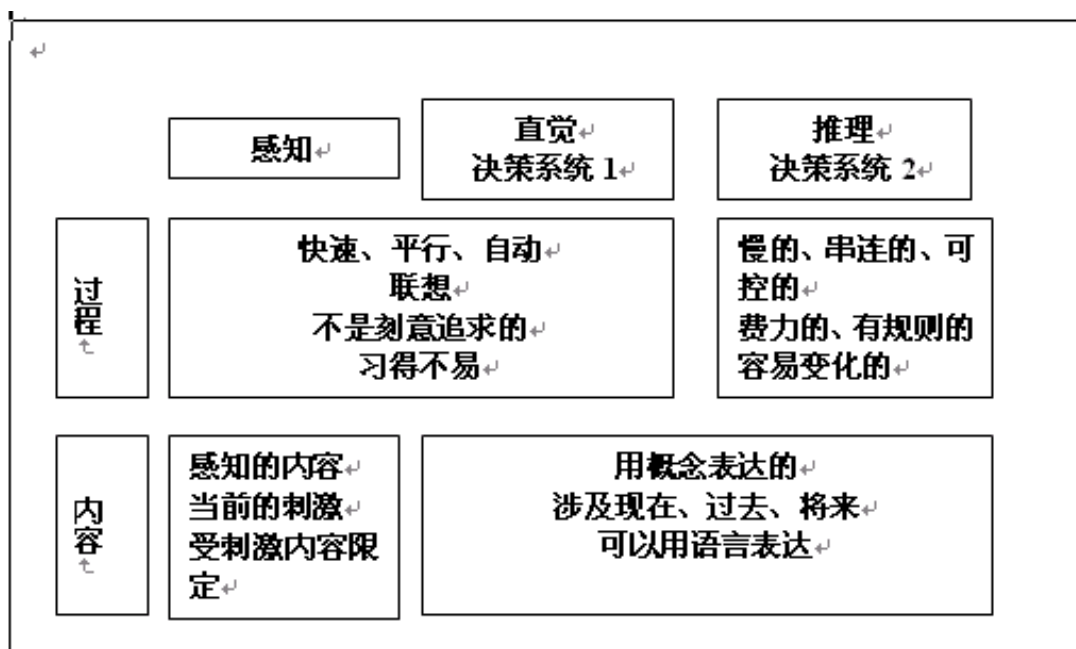


图 3.2 人的认知和决策系统

关于科学概念和认知模型在探究式科学教育中的应用，我们还会在下一节中结合具体案例来加以说明。

在这次我国正在推动的新教育课程改革中，学习过程中的建构理论被认为是指导教改的主要教育理论。但是我们需要知道，在建构主义的范围里存在着不同的学派。目前，在我国教育理论界，某些学者推崇的“激进的建构主义”实际上是反对实践论所主张的认识论的。在“激进的建构主义”中，提倡“新认识论”。按他们自己的话来讲，即不再把知识看作是有关绝对现实的知识，而认为只是主要由个人对知识的建构，即个人创造有关世界的意义，而不是发现源于现实的意义。这种“新认识论”从哲学上否定了科学知识对客观真理的逐步逼近和科学研究的作用，和我们这里提出的社

会建构的教育理论是有本质不同的。这种“激进的建构主义”即使在西方的科学教育界也不被认可。

来自学习科学（神经教育学）的启示

学习科学是一门新出现的交叉学科，它研究心智、脑和教育的关系。现在，脑科学可以从实验研究中提供有关研究结果，以证实许多有关学习机理的假设和发现。从这些众多的研究进展中，我们可以得到一些初步的启示，例如：

1. 我们的心智（Mind）与肉体（Body）不是分离的，而是和我们脑中神经元的组织结构、轴突和树突结构、突触的树突棘等形态有关，和神经递质有关。它们不仅取决于基因，也取决于经历，特别是学习的经历，并从良好的经历中受益。在学习过程中，人通过各种感官，获取信息，形成长期记忆，在需要时可以进行提取，以指导行为。孩子一出生就开始在一定的社会环境中建构他们自己对世界的认识。脑中形成的长期记忆，实际上是在神经元的突触之间形成了特定的蛋白结构，所以记忆是逐步建构的《3.7》。

2. 研究表明人不同的心智功能如语言、情感、动机、决策等，都有相应的突触结构、组织、回路和脑区与其对应，并受到神经递质分布的影响。人通过学习而在人脑中形成的记忆，如图 3.3 所示。可以分成动作记忆、情绪记忆和可陈述记忆三种，它们分别存储在不同的脑区中

《3.3》。目前课堂教育中强调的常常只是可陈述的记忆内容，如知识、概念等等。实际上，我们不仅要关注儿童的智力发育，更要注意儿童情感的发育。儿童时期具有的情绪能力，而不是他们的智商（IQ），是他们以后生活中能否成功的最好预示。儿童情感的早期发展，和智力一样都深受经历的影响。《3.8》

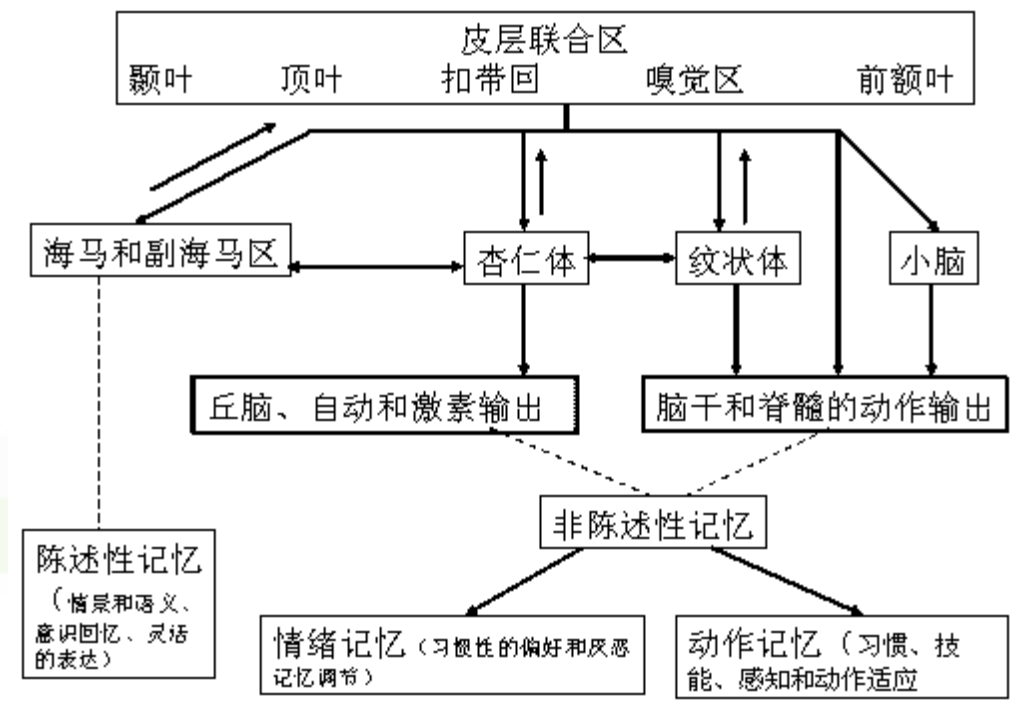


图 3.3 脑中的三种记忆系统

3. 脑的不同部分在人的一生中呈现不同的发展规律。脑在人的一生中都有可塑性，但有些经历在童年特定敏感时期对脑的发展有极其强大的影响，而其他一些经历影响

脑的时间则可能长得多。儿童时期最早发育的是与语言、感官、情绪有关的脑区，而负责逻辑推理思维的前额皮层则成熟得较晚，直到 20 岁以后才最后发展成熟《3.8》，所以，幼儿园和小学的儿童通过接触实际，通过直观的多种感官的通路发展认知和情感，是有利于儿童发展的。

4. 动机对学习的效果有很大的影响《3.9》。人的情感状态影响人的注意力、记忆，和以后抽取时的状态。学习的动机越积极和主动，脑的耗氧量也相对较少。

作为教师和家长，懂得一些有关脑的基本知识是很有益处的。我们收集和分析了国际上现有的一些资料以后，认为美国华盛顿大学 (University Of Washington) 恰德勒博士 (Eric Chudler) 的网站 Neuroscience for Kids 十分适合介绍给我国的教师和家长。经恰德勒博士同意以后，由东南大学学习科学中心毛彩凤老师翻译成书。其翻译质量经过原作者所在学校校核和评价后，认为“专业和准确 (professional and accurate)”。此书已经由汕头大学出版社出版，大家可以参阅《3.11》。

参考文献

- 3.1 National Science Education Standards, NRC USA

1995

- 3.2 全日制义务教育 科学（3-6 年级）课程标准，中华人民共和国教育部制定。
- 3.3 修改自 OECD “Brain Mechanism and Learning Science” 报告，2004
- 3.4 “做中学”科学教育实验项目专家组，东南大学学习科学研究中心，“做中学”在中国一幼儿园、小学科学教学案例，教育科学出版社 2004
- 3.5 M. Hunsberger, Y. Hodges, J. Paul, 郑大伟, 基础教育中以学生为中心的教学法，中央广播电视大学出版社 2004
- 3.6 Daniel Kahneman, Maps of Bounded Rationality: A perspective on Intuitive Judgment and Choice, Price Lecture, Dec. 8, 2002
- 3.7 R. Douglas Fields, Making Memories Stick, Scientific American, Feb. 2005 pp58-65 (中译文: 科学, 2005,)
- 3.8 韦钰, 儿童情感能力的培养, 儿童发展国际会议论文集, 宋庆龄基金会 2004 11
- 3.9 P. M. Thompson et al. Dynamic Mapping of Human Cortical Development during Childhood Through Early Adulthood, 101(21): 8174-8179, PNAS May 25

2004

3.10 R. Adolphs, Cognitive-Neuroscience of Human Social Behavior, Nature Neuroscience 4, No.3 165-178 (2003)

3.11 东南大学学习科学研究中心翻译, 为孩子写的脑科学知识, 汕头大学出版社 2005



汉博