

以“问题—发现”模式引导探究式学习

——“科学防疫：我来‘罩’”馆校结合课程教案

蔡璐 王子楠 张挺^①

【摘要】“科学防疫：我来‘罩’”是面向小学生设计开发的“馆校结合”教育项目。该课程以“问题—发现”模式引导探究式学习，为参与者创造探究体验的学习环境，综合运用多种教学方法和方式，将“问题—发现”引导的探究式学习贯穿于教学全过程。参与此活动，学生可以锻炼观察发现、收集信息、推理分析、逻辑思维、归纳总结、实验验证等相关的方法和能力，强化了以“实证”为核心的科学认识论、方法论、价值观。

【关键词】科技馆；馆校结合；探究式学习；“问题—发现”模式；教案

一、教案设计思考

自2020年春节开始，新冠肺炎疫情在全世界迅速蔓延。面对突如其来的疫情，公众对新冠病毒的特性不了解，缺乏科学的应对知识，造成了普遍性的心理恐慌。与此同时，口罩作为有效的防护手段，成为了最抢手的产品之一。可是市面上口罩种类众多，哪种口罩能够真正起到防护作用，为什么口罩能够有效防护，其中的原因部分公众并不清楚。通过科学教育活动的设计与开发，可以向公众传播科学防疫方法，助其科学理性认识新冠肺炎疫情。

此教案强调以“问题—发现”模式引导探究与学习，以体验式学习、多感官学习和做中学为主要教学方法。参与此活动，学生可以锻炼观察发现、收集信息、推理分析、逻辑思维、

归纳总结、实验验证等相关的方法和能力，强化以“实证”为核心的科学的认识论、方法论、价值观。

二、教学对象与学情分析

本教育活动针对的具体教学对象是小学5~6年级学生，适宜受众人数为30人。

学情分析：根据儿童认知发展理论，该年龄段学生处于“具体运算阶段”，有一定的思维能力，但系统的思维能力有待加强；有良好的学习习惯，但学习的自主意识和能力都有待培养。学生的自主意识逐渐强烈，喜欢用批判的眼光看待其他事物，注意力容易集中，特别是由于抽象思维和逻辑思维能力的加强，其自我意识、评价和教育的能力也得到了充分发展，初步形

^① 蔡璐：温州科技馆展览教育部主任；研究方向：展区运营管理，人力资源管理，展教活动设计与研发；通讯地址：浙江温州市府路世纪广场温州科技馆；邮编：325000；Email：403164883@qq.com；

王子楠：温州科技馆科学顾问；研究方向：科普辅导与讲解、教育活动设计与开发；Email：445975625@qq.com；

张挺：温州科技馆展览教育部展教员；研究方向：展教活动设计与研发、科普讲解及表演；Email：349454701@qq.com。

引用格式：蔡璐,王子楠,张挺.以“问题—发现”模式引导探究式学习——“科学防疫：我来‘罩’”馆校结合课程教案[J].自然科学博物馆研究,2021(4):79-85.[Cai Lu, Wang Zinan, Zhang Ting. Guiding Inquiry-Based Learning with a Problem-Discovery Model——A Teaching Plan of Museum-School Collaboration Curriculum: Scientific Epidemic Prevention with Masks[J].Journal of Natural Science Museum Research, 2021(4): 79-85.].DOI:10.19628/j.cnki.jnsmr.2021.04.011

成了个人的性格和人生观,具备一定的合作学习能力,能认真听取他人的意见或见解,但还不能很好地讨论与表达自己的观点与看法^[1]。

在小学阶段,学生对科学知识和现实生活之间联系的掌握还不够,还不能完全自觉地对科学新知识进行处理。他们对探究的学习方式有一定运用,但还需要进一步提高,自主学习能力还需要更好地发展。在合作学习中,学生表达与讨论的能力还不足,实验动手能力还不强,尤其是5年级学生^[2]。

三、教学目标、重难点与教学策略

(一) 教学目标

知识与技能:生命科学学科中强调同一性与多样性,通过活动让参与者了解新冠病毒相关的知识;了解历史上口罩外形和功能的变化;通过实验探究掌握不同口罩的防护原理;通过扩展实验探究水或酒精清洗口罩是否会影响口罩防护性能。

过程与方法:通过观察、实验收集实验信息等基本技能,培养和提高实验设计与操作、现象描述、总结归纳等能力。学生通过对于口罩原理、效果的探究与实验过程,学习和初步掌握观察发现、收集信息、推理分析、逻辑思维、归纳总结、实验验证等相关的方法和能力。

情感、态度、价值观:通过实验活动,锻炼形成基于证据和推理发表自己见解的意识,养成运用探究的方式学习与思考的习惯,强化以实证为核心的科学的认识论、方法论、价值观。通过实践让学生们感悟,并由此逐渐形成一种思维习惯和观念意识:凡是遇到类似情况,都要从实践中找证据,逐渐具备思辨的能力,以实证作为判断结果对错的最终标准。在探究过程中体现了“实践是检验真理的唯一标准”这一马克思主义的认识论、方法论、价值观。

(二) 教学重难点

教学重点:口罩的外形变化与功能的关系;不同口罩的防护原理不同;在实验过程中锻炼

学生的动手能力、归纳总结能力、演变推理能力,最终形成实证的思维习惯与意识。

教学难点:新冠病毒尺寸极小,无法通过光学显微镜直接观察,小学生对其认知的过程存在一定难度。教学活动中涉及动手制作,考验参与者的动手操作能力。口罩静电现象的实验效果受操作与环境的影响大。关于科学知识、科学方法和科学思想的教学内容,不能通过说教灌输给学生,而要引导学生们在科学探究的实践中自主地发现和领会,这一目标考验活动组织者的设计能力和在活动开展过程中面对各种未知情况的应对能力。如何运用恰当的教学方法帮助学生建立相对完整的对病毒和口罩防护的理解,同时通过活动使学生形成简化的、实用的、对未来学习更有意义的逻辑思考体系是对活动设计者的挑战。

(三) 教学策略

该教育活动分为五个阶段。

第一阶段:引出问题,通过播放抗疫视频创设情境,引出“抗疫效果为什么不同”的问题,引导学生对比并发现。

第二阶段:初步探究,通过角色扮演展示口罩外形变化,启发学生探究和发现物品外形、材质与功能的关系。

第三阶段:深化探究,通过不同口罩的材质与结构不同的问题,引导学生思考发现结构、材质与防护原理的关系。

第四阶段:拓展探究,通过提出互联网上有关水洗口罩的问题,引导学生自主发现并验证该问题。

第五阶段:交流评估,通过交流和发表环节巩固学习成果。

四、教学场地、教学准备、活动时间

教学场地:场馆内教学活动室

教学准备:多媒体平台(计算机)、投影仪、音响、气筒、纱布口罩、医用外科口罩、剪刀、薄纸、喷壶、色素、水、酒精(见图1)。

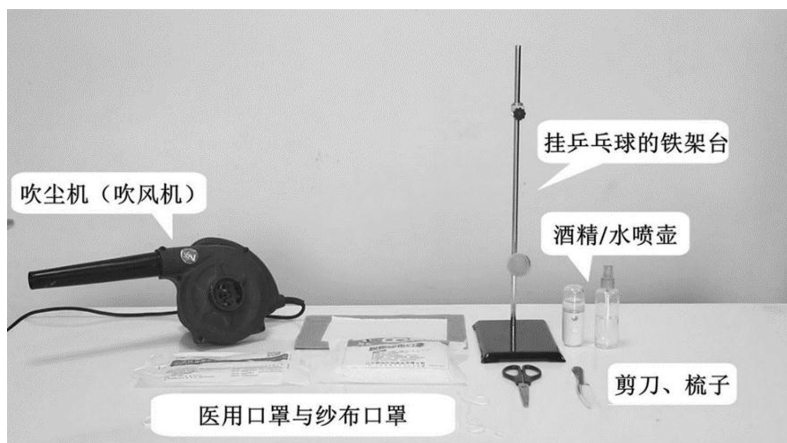


图1 教学准备的部分器材

活动时间：该教育活动适宜在科技馆的周六或节假日进行，总时长为 90 分钟。

五、教学过程

第一阶段：引出问题——视频创设情境，引导对比发现

阶段目标：通过播放疫情期间中外抗疫新闻视频引出主题，引导此次活动的探究方向。

学情分析：疫情发生以来，社会各渠道对于戴口罩的宣传和要求，让学生们都自觉或被动地戴了口罩，但他们对于口罩阻隔病毒呼吸道传播作用机理的认识还比较模糊；这一年龄段的学生已具备了简单的分析能力，可以对具备比较直观因果关系的事物进行分析并得出“初步发现/结论”；这一年龄段的学生还不具备深入分析、从多角度质疑和验证“初步发现/结论”的能力及思维习惯。

教学策略：通过播放视频创设一个“问题情境”，通过“对比”来获得“初步发现”并引出“问题”。即通过视频让学生们“对比”国内国外对于戴口罩的不同态度和行为所导致结果的巨大反差，从中获得“初步发现”：戴不戴口罩对于疫情传播的正反作用，为下一步要探究的问题：“口罩是不是真能阻隔病毒传播”埋下伏笔，引出第二阶段的口罩发明史和实验，通过历史事实和实验结果来验证“初步发现”准

确与否。

教师与学生活动：

教师活动：用提问方式引导学生思考佩戴口罩的目的、意义，以及获得这些知识的途径。播放国内外抗疫新闻视频，引导学生思考国内外防疫效果不同的原因。

视频内容：

1. 中国国内所有人都戴了口罩，中国的官员和专家们在劝导公众戴口罩、保持社交距离。与此相反，有的国家不仅大多数人没戴口罩，部分政客和公众还以“戴口罩限制自由”为由，把口罩“妖魔化”，二者形成强烈对比。

2. “中国过去 24 小时新增病例为 0，全国病例数为……”“X 国过去 24 小时新增病例 XX 万……”两者对比强烈。

学生活动：跟随教师问题思考并发言，熟悉活动主题。观看视频后，多数学生认同“是否戴口罩并保持社交距离，是国内外防疫效果不同的主要因素”。

第二阶段：初步探究——口罩演变史

阶段目标：本教学阶段，在知识层面要求学生们通过探究找到其它证据（历史的证据、实验的证据），进一步验证并认识“戴口罩具有阻隔毒传播的作用”。在科学的认识论、方法论、价值观层面要求学生们认识到，科学发现也好，分析问题也好，不能仅凭表面的因果关系得出

最终结论，需要有多方面的证据，特别是排除了其它因素干扰的直接证据。

学情分析：通过观看视频进行对比后，学生们得出了初步结论：“戴口罩具有阻隔病毒传播的作用”，但视频中的事实所呈现的因果关系有可能受到某些因素影响而结果“失真”。学生可能尚未具备这样的意识、思维以及分析的能力，需要进行实验探究验证“初步结论”是否准确，并通过实验寻找适合做口罩的材料。

教学策略：教师通过质疑学生的“初步结论”，抛出新的问题“这是充分证据吗？如何寻找充分证据？”从而引导学生进一步探究：戴口罩是不是真的具有阻隔毒传播的作用？

教师与学生活动：

教师活动：对学生们在第一阶段得出的结论进行质疑；用短剧介绍口罩发展的历史，引导学生亲自探究口罩防疫的原理。

短剧内容：

1. 通过模型展示与角色扮演形式结合，展示口罩最初的应用情景，教师旁白讲述场景内容。由演员装扮成拜火教祭司的造型，佩戴由布制成的“口罩”，模拟祭祀的场景^[3]；

2. 演员身着手术衣，戴手术帽和橡胶手套，但是并未佩戴口罩，模拟进行手术的场景；

3. 在手术结束后，接受手术的病人向医生反映，几天后伤口出现了感染；

4. 由演员表演佩戴原始口罩的医务人员。

学生活动：通过观看短剧与教师的介绍，学习口罩的发展史，初步探索口罩的基本防疫原理与制作方法。认识到：口罩需要满足三个条件：透气、阻隔飞沫、柔软舒适；多层纱布叠加是最初的口罩制作方式。

第三阶段：深化探究——材料与结构实验

阶段目标：针对下一个“问题”即“什么样材料的口罩可以起到防护疾病传播的作用，同时保证舒适性。”通过亲身体验与实验探究的方式“发现”，形成结论^[4]。

学情分析：通过前面两个阶段的学习，学生

对于纱布口罩的发展历史与防护原理形成了初步认识，但尚未找到可以制作防护尺寸较小的病毒的口罩材料。为了达到预期的防护效果，学生建议增加口罩层数，说明学生对于口罩仅关注了功能性，对于舒适性等缺乏关注，没有对这个问题形成系统全面的认识。

教学策略：通过让学生亲自佩戴不同层数纱布口罩进行呼吸实验，感受不同口罩的佩戴感觉，引出第一个问题“纱布口罩如果仅仅满足功能性而增加层数，造成的是佩戴时舒适性与透气性大大降低”。通过拆解口罩，学生们观察口罩的材料与结构，发现“舒适性与透气性降低”是因为材料与结构的不同，并在教师的引导下提出第二个问题“不同材料和结构的口罩，防护原理一样吗？如果不一样，不同口罩的防护原理分别是什么？”

教师与学生活动：

教师活动：请学生动手做实验，亲自佩戴医用口罩和纱布口罩，比较佩戴感受的不同；指导学生动手拆解两种口罩，比较其制作材料并推测两种口罩的防护原理。用“静电吸附实验”引导学生探究医用口罩的防护原理。

实验内容：

1. 学生分别佩戴医用口罩和纱布口罩，描述不同口罩的佩戴感受；

2. 拆解两种口罩，比较其制作材质；

3. 比较不同层数纱布叠加后的透气效果；

4. 分别用摩擦后的塑料梳子和医用口罩熔喷布进行“吸附实验”，观察静电吸附效果（见图2）。

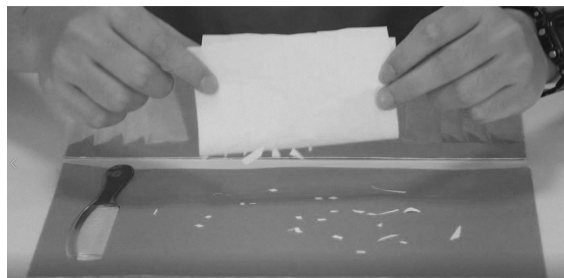


图2 医用口罩熔喷布静电吸附效果

学生活动：通过动手实验探究不同口罩的防护原理，发现并掌握纱布口罩的防护原理为“多层纱布物理阻隔”，医用口罩防护原理为“静电吸附为主，辅以物理阻隔”。

第四阶段：拓展探究——水洗与酒精实验

阶段目标：本阶段教学，一方面要让学生通过探究得出水洗或酒精消毒对医用口罩和纱布口罩的防护性能是否有影响，另一方面要使学生形成面对谣言或问题时从多角度质疑和验证的意识，具备运用科学方法进行判断的能力^[5]。

学情分析：随着活动参与的深入，学生已经初步形成面对问题时，能够全面系统地主动思考，具备了发现“原因”的能力，同时具备了一定的科学思维，掌握了一定的科学方法。此阶段通过拓展探究水洗和酒精消毒对口罩的影响，帮助学生形成更全面的思考方式与逻辑，学会应用科学的方法与思维解决生活中遇到的问题。

教学策略：通过直接提出问题“有网友表示，口罩洗一洗或者消毒后还能继续使用，但是也有网友表示水洗或酒精喷洒消毒后的口罩防护性能会大大降低，不能继续使用”。面对两种矛盾的说法，引导学生们对此展开讨论、发表看法，并通过实验引导学生进一步拓展探究。

教师与学生活动：

教师活动：通过网络上的不同观点引发学生的讨论，由学生自主设计实验对不同观点进行验证。

学生活动：设计测试影响口罩防护效果因素的实验，并亲自动手实验验证。

实验内容：

1. 向两只医用口罩分别喷洒水和酒精；
2. 拆开淋湿的口罩取出中间的熔喷布，进行“吸附实验”；
3. 熔喷布不再能吸引纸屑，说明其静电消失，防护能力降低；
4. 通过思想实验，对比纱布口罩清洗前和晾干后的状态，探究其是否可以重复使用。

第五阶段：交流评估与问卷调查——巩固、深化学习成果

阶段目标：通过“问题—发现”的方式，即通过两次调查问卷和交流环节，讨论活动中提出的“问题”，使学生们“唤醒”并“重新发现”在前四个教学阶段潜移默化地感受、学习、运用到的科学方法、科学思想，巩固深化学习成果。

学情分析：通过前几阶段的活动，学生对于医用口罩与纱布口罩有了较为全面的认识，不仅具备了发现问题的能力，而且形成了针对特定对象、特定问题、特定目标开展针对性探索实验的意识与能力。

教学策略：利用问卷调查与交流发言的形式，进一步强化学习成果，对前几阶段的学习进行回顾与总结。通过思考和回答问题，以及听取其他学生的交流发言，学生们会发现自己和其他同学在分析、研究、判断问题的能力与意识上有了变化，体现了以“实证”为核心的科学的认识论、方法论、价值观方面的收获，唤醒了学生的科学思维，并且使本次教育活动得到提炼、归纳和升华，巩固和深化了教学效果，在帮助学生掌握科学方法与科学思想的同时锻炼其表达能力。

教师与学生活动：

1. 第一次调查问卷

(1) 你最初对于“何种材料的口罩更有阻隔细菌病毒的效果”有什么认识？当时是怎么分析的？后来为什么改变了？听取同学们的分析后产生了什么改变？实验后又有了什么新认识？

(2) 当初对于“水洗或酒精消毒对口罩防护性能会不会有影响”有什么认识？当时是怎么分析的？后来为什么改变了？听取同学们的分析后产生了什么改变？实验后又有了什么新认识？

(3) 同学们在生活中面对类似问题的时候，是怎么判断和得出结论的？现在参加活动后，面对这些问题时又将如何判断？你会考虑哪些

因素、经历哪些过程、采用哪些方法？

(4) 通过这一认识及改变的过程，发现自己以前分析判断事物的方法有什么问题？对自己今后分析判断事物有哪些启发？

2. 交流环节

教师：我们本次的探究活动就要告一段落了，老师最后有一些问题想要问大家，希望同学们能够畅所欲言，勇敢地和大家分享自己的想法。第一个问题是：你最初对于“什么材料的口罩阻隔细菌病毒的效果更好”有什么认识？当时是怎么分析的？后来为什么改变了？听取同学们的分析后产生了什么改变？实验后又有了什么新认识？

学生：老师，在参加这个活动前，我只知道父母要求我们佩戴口罩，至于佩戴什么口罩从来没有关心过，只是照着做。参与活动后，我发现原来口罩与防护有这么密切的关系，而且发现，原来并不是所有的口罩都能起到防护的作用。做过实验后我才知道：即使是有防护作用的材料，也需要组成特定的结构才能起到有效防护作用，比如纱布口罩如果只是薄薄的几层，那么面对尺寸更小的病毒就没有作用了。

教师：非常好！总结得非常全面。第二个问题是：大家当初对于“水洗或酒精消毒对口罩防护性能会不会有影响”有什么认识？当时是怎么分析的？后来为什么改变了？听取同学们的分析后产生了什么改变？实验后又有了什么新认识？还有，同学们在生活中面对类似问题的时候，是怎么判断和得出结论的？现在参加完活动后，面对这些问题时又会如何判断？你会考虑哪些因素，经历哪些过程，采用哪些方法？

学生：关于水洗或酒精消毒口罩的说法，其实我之前在网络上已经看到，有的人说可以洗，有的人说不行。面对这些说法，说实话我并没有多想，只是觉得口罩用完就该换一个新的。但我后来才了解到，在疫情最初出现的时候，口罩是供不应求的，很多医生都舍不得换掉用

了很久的口罩。参加活动后，我知道了两种口罩的防护原理。通过实验验证，我知道了医用口罩是不能水洗或者酒精喷洒消毒的，因为那样的话会影响静电吸附效果。但是纱布口罩的防护原理是物理阻隔，并不涉及静电吸附，所以它可以水洗或消毒，只要晾干就可以了。将来面对网络上的不同说法，我也会进行系统考虑，认真思考可能有影响的所有因素，然后设计分组实验，通过实验验证自己的想法，而不是面对问题盲从别人或者网络上的说法。

教师：同学们通过这一认识及改变的过程，发现自己以前分析判断事物的方法有什么问题？对自己今后分析判断事物有哪些启发？

学生：老师，之前我判断事物的方法主要是听父母或者老师的说法，对于网络上的说法也是比较盲从，基本没有自己的判断。参加今天的活动后再面对这样的情况，首先我不会盲目地听从别人的说法，我会利用网络、图书馆等信息渠道搜集有关的问题与答案，看看前辈们是怎么探索的，如果条件允许的话，我会自己设计实验进行验证。

2. 第二次问卷调查：调查内容与第一次问卷一致。

教学策略：在第一次问卷调查前，学生们在科学方法、科学思想方面的学习收获可能尚处于“潜伏”“休眠”状态。没有上述问题的提示，学生们可能意识不到、想不起来。通过第一次提问填写问卷进行“初次唤醒”，上述科学收获处于“半唤醒”状态，但还会有一些遗忘和缺失；在交流和发表过程，在同学发言的提示下，这些收获大部分被“二次唤醒”了，“除了学到有关口罩的知识之外，原来自己还有这些科学收获”；通过第二次填写问卷，进行了“第三次唤醒”，并记录了“唤醒”的结果，巩固了学习效果。上述通过问卷和交流发表的“唤醒”过程，其实就是一个“问题—发现”（发现那些非显性的科学收获）的过程。

六、实施情况与效果评估

(一) 实施情况

2020年国庆假期期间累计实施14场,共415人次参与活动。

(二) 受众反馈

通过交流评价环节和课程结束后对受众的访谈,参与学生均表示:通过此次活动,对于口罩有了更加深入的认识。学生最初佩戴口罩仅仅是因为医生建议,至于口罩为什么能够防护病毒并没有深入的思考。通过参与本次教育活动,参与者表示未来面对生活中司空见惯的问题,会重新思考“为什么”,扩展思考“怎么办”,并会积极利用科学知识、科学思维和科学方法,去“发现”其中的原理^[6]。

(三) 效果评估

本活动采取抽样调查的方式,对活动的参与者进行抽样满意度调查,调查结果显示:所有参与者对此次活动开展总体满意。此项活动最初设计受众群体为小学1~6年级学生。在活动实际开展过程中发现:低年龄段学生在理解微观抽象概念时存在困难,老师向低龄学生讲

授这些知识时也比较困难。因此在随后的活动中,科技馆尽量组织小学5~6年级学生参与,并针对低龄参与者设计了以动手制作新冠病毒模型为主要参与形式的活动。

说到两次问卷调查,如果单纯从“唤醒”的效果看,有第一次问卷调查和交流发表的“两次唤醒”就够了,第二次问卷调查已基本起不到“第三次唤醒”的作用。之所以要进行第二次问卷调查,其目的就是进行评估——通过两次调查结果对比,可以更清晰地反映学生们在科学方法、科学思想方面的收获,反映教学设计产生的效果。

在未来的教育活动中,设计团队将进一步完善“问题—发现”的课程设计思路,引导参与者主动发现“问题”,并逐步建立科学的思维方式、掌握科学方法,培养观察发现、收集信息、推理分析、逻辑思维、归纳总结、实验验证等相关的方法和能力,从而形成以“实证”为核心的科学的认识论、方法论、价值观,并在“问题—发现”的过程中深化学习成果^[7]。

参考文献

- [1] 杜艳芳, 聂文欣. 小学五、六年级科学课程实施现状的调查——以太原市两所小学为例[J]. 教育实践与研究:小学版(A), 2010(10):57-60.
- [2] 董金妮. “乐高飞轮车与惯性”教育活动教案——基于5E教学模式的教育项目设计[J]. 自然科学博物馆研究, 2019, 4(1):49-56.
- [3] 王子楠. 如何开展展品的探究式辅导[J]. 自然科学博物馆研究, 2018, 3(4):60-64.
- [4] 朱莹, 娄悠猷. “鸟类是如何适应飞行的?”教育活动教案[J]. 自然科学博物馆研究, 2017, 2(2):80-86.
- [5] 谭茗元, 张丹, 李春黎. “探秘电磁”教育活动教案[J]. 自然科学博物馆研究, 2019, 4(2):73-79.
- [6] 刘统达, 张哲侨. “‘科学有日’之激情世界杯”教育活动教案[J]. 自然科学博物馆研究, 2019, 4(5):64-71.
- [7] 朱峤, 朱莹, 娄悠猷. “天生建筑师”互动诠释活动教案[J]. 自然科学博物馆研究, 2019, 4(1):68-72.

(编辑:王青)