数字化学习环境下数学实验教学的实践

常州市新北区奔牛实验小学

小学生的认识以形象思维为主，小学数学内容具有直观形象、操作性强、易于实验等特点。数学实验可以提供学生在操作体验中思考的机会，是连接数学定义、算理、规律与学生认知结构的支架，是从严谨理性走向生动形象的轮子。

当前，数字化学习正成为社会人群的一个主要学习方式。数字化课堂具有便捷的网络环境、丰富的多媒体资源与线上线下合作学习的方式等优势，为小学数学实验教学提供多种可能，为学生提供个性化的学习方案，能丰富学生观察世界的体验，让学生经历数学发现之旅，是发展学生数学素养的重要途径。

一、拟解决的问题

本项目主要研究在数字化学习环境下开展数学实验教学的相关内容，重在解决以下几个问题：

① 数字化学习环境下开展数学实验教学有哪些优势，有哪些不足之处？

②小学阶段的数学实验内容有哪些？怎样的数学实验适合在数字化学习环境下开展？

③数字化学习环境下数学实验教学的一般流程与范式是怎样的？有哪些相应的策略？

④如何设计与开发数字化实验工具或资源？

二、推进过程

2018 学年：每位教师领用一台平板电脑与智能移动终端，并创建两个数字化学习专用教室，基本满足日常教学与教研活动的需求。重点研究数字化环境下数学实验的开发与设计。

2019 学年：组建数字化数学实验室。加强个案研究，丰富数字化交互式课程资源包与案例集，借助自主开发软件与网络教学平台，重点研究数字化技术支持下数学实验课的范式与策略。

2020 学年：加强个案推广，梳理教材中可开展数字化学习的课例，设立学科网络教学空间，为广大教师提供方便的课程资源与课例设计。加强成果提炼，出版论文集与案例集。央馆重点课题结题。

在项目推进的过程中，我们四次承办了市、区级数字化学习交流研讨活动，项目团队成员向同行们展示了项目研究的优秀案例。

奔牛实小开展各级各类数字化学习研讨活动情况统计表

序号	活动名称	活动时间	级别
1	新北区信息化教学展示及培训活动	2017.12	区级
2	新北区数字化学习课堂展示研讨活动	2018.3	区级
3	常州市小学数学数字化学习项目研讨活动	2018.5	市级
4	常州市数字化学习交流研讨活动	2019.5	市级

三、阶段成果

1、了解情况，开展数学实验的问卷调查

对不同学校的小学数学教师发放关于数学实验的调查问卷 100 份，回收有效问卷 89 份。

对于数学实验，教师们认为重要，学生们非常喜欢，因为实验奇妙、有趣。但是，在教学中经常实验的教师仅占 50.6%，38.2%的教师较少使用，11.2%的教师几乎不用。

在“您使用数学实验最多类型”的调查中，62.9%的教师主要是演示实验，40.5%的教师使用小组合作，学生个人操作的仅占 3.4%。

影响数学实验的主要因素有：

一是实验费时多，影响课堂效率。二是实验操作时学生自我控制能力差，影响学习效果。三是学校实验器材配备不足，教具学具不到位。准备实验器材，需要耗费教师大量精力。

您的基本信息：教龄_____职称_____

1. 您认为在数学实验在教学中重要吗？（ ）

A.重要 B.一般 C.不重要

2.您所在班级的学生对数学实验（ ）

A.很喜欢 B.无所谓 C.不喜欢

3.在教学中您经常使用数学实验吗？（ ）

A.经常 B.比较少 C.几乎不用

4.您使用数学实验最多的是（ ）

A.演示给学生看 B.学生个人操作 C.学生小组合作

5.您本学期一共进行了几次数学实验？请举例。

6.影响您借助数学实验进行教学的原因有哪些？

7.如果有机会参与数学实验的研究，你愿意吗？

8.你最希望研究哪些方面的内容？

2、对比分析，厘清数字化环境下数学实验教学的优势与不足。

结合教学实践，比较传统实验与数字化模拟实验的效果，我们总结出了数字化模拟实验的优缺点，为开发数字化模拟实验作好铺垫。

其优势主要有：

①实验操作快捷化。模拟实验节省时间效率高，让学生从重复劳动中解放出来。电脑运算快速，让学生从繁琐的事务中解放出来。

②数据采集智能化。模拟实验测量精准，能提供丰富例证，分类整理图表分析功能多。避免极端数据对结论的干扰。

③实验过程可视化。实验过程可录下视频或动态图回顾反思，让学生的思维过程可视化，学生作品上传平台分享效果好。

其缺点主要有：

①有的虚拟实验比传统实验缺乏实物感。

②用来教学或实验的电子设备投入大。

③电脑代替了学生动手操作与测量计算，为学生降低了难度，也让学生缺少锻炼与挑战。

3、系统梳理，把握开展数字化数学实验的时机。

在项目开始之初，课题组成员分成六组，对苏教版一到六年级教材中数学实验形态的教学内容进行梳理与挖掘。着手设计了实验指导手册样例，围绕实验内容、实验目的、实验器材、实验过程进行设计，并对 100 多个实验内容汇编成册，积极配合省教研室，参与编制了省小学数学实验手册，为后续数字化数学实验资源的开发打下扎实基础。

实验内容	实验目的	实验器材	实验过程
钉子板上的多边形	经历操作、分析数据的过程，探索钉子板上的钉子数与图形面积之间的规律。	钉子板、点子图	1．操作感受 （1）在钉子板上围几个不同的多边形，想一想每个图形的面积可以怎样计算？ （2）按上述步骤计算出每个图形的面积，想一想所围的图形面积与什么有关？ 猜想：每个图形的面积可能与什么有关？ 2．活动思考 （1）研究图形内部只有一个钉子数。 围多边形和数边上的钉子数，计算面积并做好记录，观察数据有怎样的发现？ （2）研究内部有 2 个钉子数时，多边形的面积和边上的钉子数有怎样的关系？

在梳理实验内容时，我们不断地分析研究，到底怎样的数学实验内容是适合在数字化环境下开展的？结合本阶段的实践研究，我们发现具有以下特征的数学实验内容适合在数字化环境下开展教学：

①操作难度较大的实验。

例如学生在通过摆小棒来学习一一列举的策略时，经常会发生图形摆不好或者摆好了又被弄乱的现象，即使摆好了，也不利于演示交流。这时，我们就可以借助数字化实验工具来进行实验操作。学生只需要轻轻滑动手指，小棒就会自动顺着手势整齐摆好，同时还有所用小棒根数的实时提醒，大大降低了实验的难度。学生所摆出的图形都可以随时保存和调出，即方便学生进行交流汇报，也清晰地还原了学生的思维过程，实现了思维的可视化。

再比如，测量圆的周长，学生利用实物进行实验时，得到的圆的周长是存在误差的，不利于说明问题。这时，我们可以在学生利用实物测量的基础上，采用数字化手段，让学生经历精确测量的过程。这样得到的实验数据更有利于学生理解圆周长相关的知识。

②需要进行大量数据分析的实验。

例如，在研究圆周率时，学生通过实验会产生很多不同的实验数据，对于这些数据的收集、整理、分析的过程，常规的手段是利用纸质的表格进行收集和分析，这当然是可行的，但是效率不高，也不利于对比分析。利用数字化手段，我们可以快速的收集学生的实验数据，并能对实验数据进行相应的分类整理。如为了让学生发现他们的实验数据存在着误差，我们只需要对所有直径相同的实验数据进行归类整理。然后通过对比，学生就能很快地发现相同直径的圆，他们测量出的周长却不一样，是存在误差的。

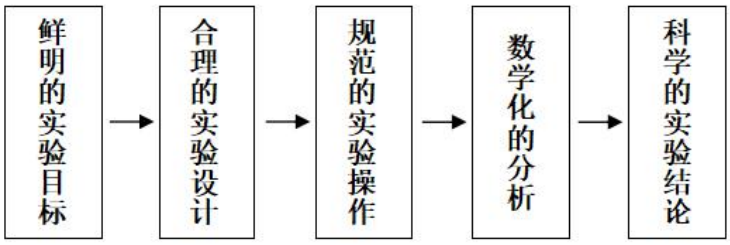
再比如，学生在探索钉子板上多边形面积的规律时，借助数字化手段，我们可以将学生在钉子板上围出的各种不同的图形数据都收集起来。通过平台的自动分类汇总，学生可以快速发现他们所画的图形形状虽然各不相同，但只要内部钉子数和边上钉子数相同，这些图形的面积也就相同。

③常规手段无法实现的实验。

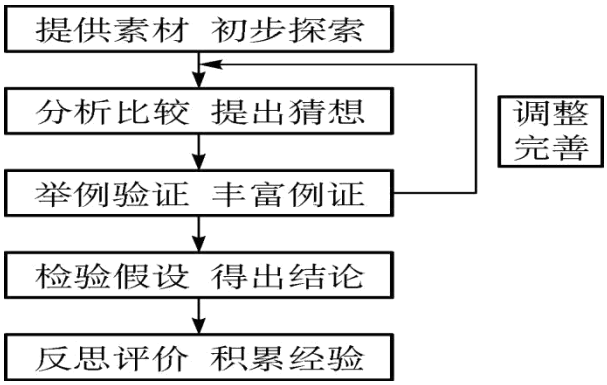
例如，在教学车轮为什么是圆的这部分内容时，真的去为学生置办一些特殊形状车轮的车子，让学生亲自去体验，这是不太现实的。至少，很多学校是不会这样去做的。那该怎么办呢？这时我们就可以借助数字化手段，为学生开发设计一款体验工具，让学生为车子选装不同的车轮，然后通过点击滚动按钮，让车子运动起来。用点击按钮的快慢来替代用力的程度，让学生通过手指的触感来体验各种车轮滚动时的难易程度。同时，通过不同车轮的对比，以及对车轴运动的轨迹的观察，学生深刻体悟了车轮为什么是圆的，以及车轴为什么会安装在圆心位置的内在道理。

3、实践研究，初步提炼了数字化学习环境下数学实验教学的基本范式。

我们项目组注重常态课堂与实验教学相结合，梳理发现研究中的短板与盲点，不断积累典型课例，提炼出基本范式，再回到教学实践中论证完善。目前，我们围绕数字化学习环境下数学实验教学的结构五要素：

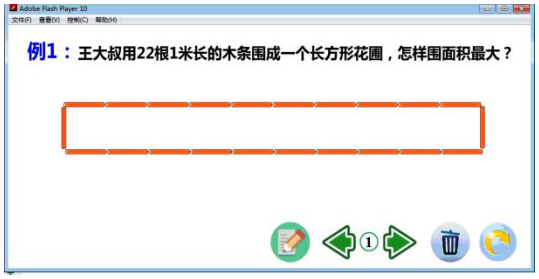


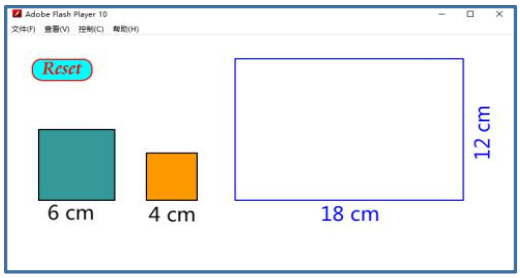
初步提炼了数字化学习环境下数学实验教学的基本范式，在后续的实践研究中不断丰富、完善。

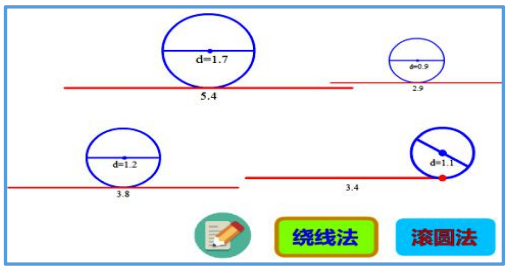


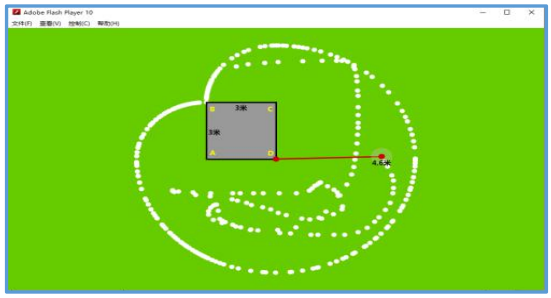
4、重点策划，自主开发了一批数字化数学实验工具。

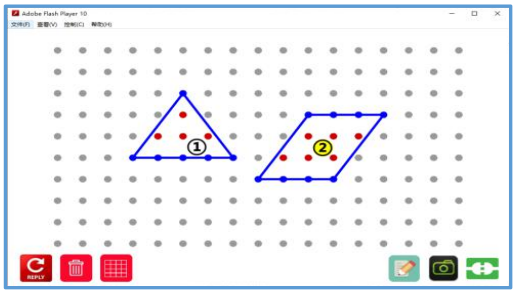
数字化环境下开展数学实验教学有很多的优势，但也有明显的不足之处。那就是贴合实验内容的数字化工具资源相对较少。为了更好地开展项目研究，我们采取了网上现成资源的收集整理与个性化自主开发定制双规并行的策略。首先，我们通过网络搜索，收集了一些可用的工具资源，如洋葱数学、Tinker Box、几何画板、小学数学动画等相关软件、APP。其次，我们组织张剑峰、韦国等数字化爱好者，使用 StoryLine、Flash 等开发软件自己设计了一批数字化数学模拟实验的交互式动画软件、APP。部分软件作品还获得了江苏省“领航杯”多媒体教育软件评比一等奖。

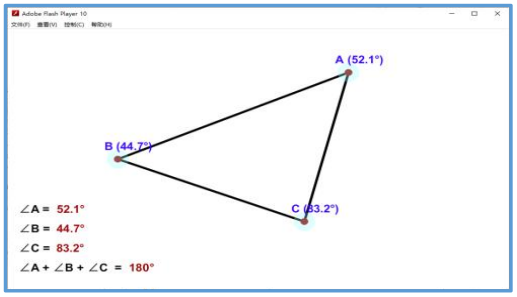












另外，我们还自主设计开发了一款数字化学习平台，将其与上述的实验工具进行互联互通，促使实验教学得以更加有效的开展。该平台已经初步实现了以下功能：

①实现了学生实验数据的采集与简单分析。

教师借助平台可以向学生下发实时测验或实验操作活动，学生完成相应的任务之后，可以将相应的测验数据或实验数据回发给教师。教师通过对相关数据的分析，及时了解学生的学习情况，并作出相应的教学调整。

②实现了学生学习活动过程的截图对比分析。

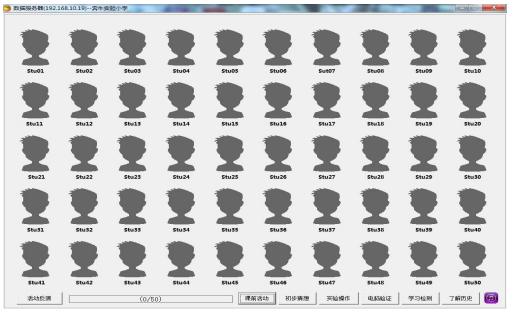
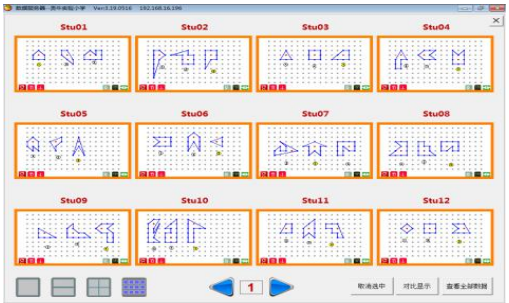
在教学过程中，学生在手持终端设备上所进行的相关学习活动，除了可以将相关数据上传给老师，还可以将自己的屏幕信息截图上传给老师。老师可以对学生上传的截图进行多种形式的对比，可以是单屏展示，也可以是两屏、四屏甚至多屏进行对比分析。学生在学习过程中即时生成的教学资源得以更好地保存和利用。

③实现了师生之间的互动评价。

借助平台，学生可以对自己或同伴的学习情况进行及时的互动评价，以激发学生学习的积极性和主动性。同时也有助于教师及时了解学生的学习状态，从而对学习有困难的学生进行相应的学习指导，促进全体学生共同进步。

④实现了学生端学习课件的良好互动操作。

由于我们所有学生端的学习课件都是基于学生学习需求而进行个性化定制的 Flash 动画课件。因此，这样的学习课件必定是与教师的教学设计需求高度适配的。同时，由于 Flash 动画本身具备良好的互动交互性，从而使得学生在自主动手学习活动时，可以获得非常良好的交互体验，从而有利于学生更好地体悟相关的学习内容。

数据提交人	周长（cm）	直径（cm）	周长除以直径的商
汪涛.	9.3	3	3.10
汪涛.	16.1	5	3.22
汪涛.	6.3	2	3.15
李杰	15.8	5	3.16
李杰	10.1	3	3.37
李杰	25.5	8	3.19
吴永乐	6.7	2	3.35
吴永乐	9.1	3	3.03
吴永乐	24.5	8	3.06
张琪悦	10	3	3.33
张琪悦	15	5	3.00
张琪悦	24.6	8	3.08
赵美娟	6.4	2	3.20
赵美娟	16	5	3.20

共收集了 48 条数据

当然，由于我们的技术有限，我们自制的数字化学习平台还存在很多不足之处。不过，我们本着理念先行、技术跟进的原则，不断学习、不断完善，争取在不久的将来，努力将其打造成为具有奔小特色的数字化学习应用平台。

5、积极进取，项目团队成绩喜人。

⑴项目获奖

2018.11，在 2018 年江苏省教育信息化应用优秀案例征集遴选活动中，共产生 2018 年度基础教育信息化应用拟推荐典型案例 10 个（其中学校典型案例 6 个），我校案例入选名单，向全国推荐。

2018 年度基础教育信息化应用拟推荐典型案例名单

一、学校

学校名称	案例名称
南京市琅琊路小学	小主人个性化学习平台助力学生快乐成长
南京市北京东路小学附属幼儿园	数字化产品在幼儿园中的适切运用
无锡市河埒中学	枕梁溪　从上善　创智慧
常州市新北区奔牛实验小学	数字化学习环境下数学实验教学的实践
扬州市八里中心小学	微课变革教学方式　赋能乡镇教育发展
句容市实验高中	以空中课堂为载体　推进互联网+教育工程

2018.11，《数字化学习环境下数学实验教学的实践》获得常州市第六届学校主动发展优秀项目评选一等奖。

⑵项目成员讲座

在项目推进的过程中，项目主要成员高伟明、张剑峰、韦国等多次就数字化数学实验在省、市、区活动中作专题讲座，介绍项目研究的经验与心得。

⑶项目成员论文发表与获奖

- 高伟明撰写的《数字化学习环境下数学实验教学的实践》获常州市第六届学校主动发

展优秀项目评选一等奖。

- 高伟明撰写的《数字化课堂环境下的小学数学主题学习的实践》发表于《小学教学研究》2018 年第 8 期。
- 高伟明撰写的《基于小学数学主题学习的数字化课堂的探索》获江苏省第十六届“蓝天杯”论文评比二等奖。
- 张剑峰撰写的《平板技术在小学数学课堂中的有效运用》发表于《基础教育研究》。
- 张剑峰撰写的《“可视化”思维过程，助推策略教学》发表于《小学数学教育》。
- 张剑峰撰写的《信息技术与小学数学教学的整合策略》发表于《小学生》杂志。
- 吉梨炎撰写的《数字化学习：让乡村儿童与数学实验深沉次接触》发表于《内蒙古教育》。

⑷项目成员课例获奖

- 2018 年，朱敏《可能性》在“一师一优课、一课一名师”活动中被评为部级“优课”。
- 2018 年，李敏《解决问题的策略》获常州市信息化教学能手评优课二等奖,新北区一等奖，并在常州市小数年会上展示。
- 2018 年，张剑峰开发设计的《圆的周长》实验工具软件，获江苏省“领航杯”教育软件评比一等奖。
- 2018 年，吉梨炎老师执教的《圆的周长》，获新北区教育软件评比课例项目一等奖。

四、存在的困难

1、硬件设备环境还不能完全满足日常研究的需求。主要问题是终端设备太少，WIFI 还未全面覆盖。这导致了我们目前开展的研究还只能局限于个别班级，还无法全面开展常态化的实践研究。

2、贴合实验内容的数字化资源相对较少，而自主开发所需的人力物力要求又相对较高，严重阻碍了项目研究的快速推进。

3、项目团队成员对数字化学习环境下开展实验教学的相关理论基础了解的还不是太透彻，急需要相关专家的引领和指导，完成自我的不断“充电”。

五、下阶段计划

针对上述研究中存在的困难，结合当前项目研究的实际状态，我们对下阶段的研究进行了相应的调整与规划。

1、进一步完善软硬件环境，丰富相应的教学资源，保障项目研究能快速深入推进。

2、继续开展理论与实践研究，邀请相关专家对项目研究的情况进行及时的引领与指导，提高团队成员的理论素养与实践能力，促进项目研究有效开展。

3、深入开展案例研究，进一步提炼数字化学习环境下数学实验教学的一般范式与相应的策略原则，为后续开展数学实验教学提供依据和支持。