

借助 ChatGPT 学习二次函数：高中数学教育的一次创新尝试

孙金莎

青岛大学经济学院, 青岛 266071, 山东, 中国

摘要: 本研究运用质性分析方法, 探究把 ChatGPT 用作辅导者、以支持教师在数学课堂上创设扎实的教学情境 (didactic situation) 与非教学情境 (adidactic situation) 的可能性。研究基于一次在葡萄牙某十年级班级开展的教学实验, 26 名学生经由目的性抽样参与。数据来源包括学生在课堂上提交的作业、对预设问题的回答, 以及开放式问卷的作答。数据以主题分析法加以分析。研究发现, 当 ChatGPT 在数学课堂中被用作助理辅导者时, 有潜力促进学习者批判性思维与数学推理的发展。此外, 本研究也揭示了 ChatGPT-3.5 在充当数学课堂助理辅导者时的局限。研究强调, 有必要在教学取径与技术取径之间取得平衡, 并正视 ChatGPT 一类工具的约束条件。

关键词: ChatGPT; 数学教育; 非教学情境; 人工智能

Learning Quadratic Functions with ChatGPT: An Innovative Experience in High School Mathematics Education

Jinsha Sun

School of Economics, Qingdao University, Qingdao 266071, Shandong, China

Abstract: The present study explores the possibility of using ChatGPT as a tutor, to support the teacher's work in creating solid didactic and adidactic situations in the mathematics classroom, employing qualitative analysis methodologies. The study was based on a didactic experiment carried out in a 10th-grade class in Portugal, involving 26 students who were obtained through purposive sampling. Data sources included submitted student work in the classroom, responses to scripted questions, and answers to open-ended questionnaires. Data were analyzed thematically. Findings show that ChatGPT has a potential to enhance learners' development of critical thinking and mathematical reasoning when used as an assistant tutor in a mathematics classroom. Additionally, the study highlights the limitations of ChatGPT-3.5 when used as the assistant tutor in a mathematics classroom. The study underscores the need to balance pedagogical and technological approaches, addressing the constraints of tools like ChatGPT.

Keywords: ChatGPT; Mathematics education; Adidactic situations; Artificial intelligence

一、引言

有助于理解与学习数学概念的数字工具, 在数学课堂上发挥着至关重要的作用。GeoGebra 是一款动态数学



软件，它把几何、代数、电子表格、图形、统计与微积分整合进单一应用程序之中。此外，GeoGebra 使学生得以把抽象的数学可视化。作为一款动态数学软件，GeoGebra 因增进学生对数学概念的理解——尤其是通过交互式可视化与探索——而获得广泛认可。

近期研究表明，GeoGebra 显著改善了学生在几何、代数与微积分等多个数学主题上的学习投入、理解与表现[1-2]。研究还显示，GeoGebra 促进了高阶思维与问题解决技能，使其成为中学与高等教育情境中教师与学生的宝贵工具[3-5]。它提供视觉反馈的能力，让学生得以在抽象概念与现实应用之间建立联系，从而培育更深层的概念理解[6]。

在上述发现的基础上，本研究探究把 GeoGebra 与 ChatGPT——一款由人工智能驱动的对话工具——加以整合，以增进学生学习体验的潜力。具体而言，本研究考察这两种工具的互补使用如何支持二次函数等数学概念的发展，并回应单独使用 ChatGPT 所带来的挑战。通过考察学生对这一整合的看法，本研究试图回答一些关键问题：把 ChatGPT 这类人工智能工具与 GeoGebra 这类成熟的教育技术结合起来，益处与局限何在。

ChatGPT 是一种以聊天机器人形式出现的数字工具，是一款对话式人工智能应用。它理解自然语言，并用同样的语言回应使用者提出的问题。研究显示，ChatGPT 能够通过为学生提供个性化教学、自动评价与反馈、自然语言处理、学习分析以及与自适应系统的整合[7-8]，并通过支持教师与协作学习[8-9]，来变革教育。因此可以论证，把 ChatGPT 与 GeoGebra 的能力结合起来，能够成为学生投入式数学学习体验的催化剂。正如文献所指出的：“因此，技术——尤其是 GeoGebra 与人工智能——在增进学生学习投入、培育数学概念理解方面具有显著潜力。通过提供交互式的、个性化的、具有支持性的学习环境，这些工具能够为改善学生的学习成效作出贡献。”（文献，第 3 页）

然而，出于对学生数据隐私与安全、偏见以及考试作弊等问题的顾虑，教育者对把 ChatGPT 融入教与学仍有迟疑[7]。应当注意的是，教育者不愿在课堂上使用 ChatGPT，并不能阻止学生在课堂之外使用它。文献观察到，德国数学、工程与自然科学专业的学生中，有近三分之二使用 ChatGPT。这意味着有必要开展研究，探索在课堂中释放 ChatGPT 潜力的成功实践。因此，学者呼吁教育者创设一种在技术与人际互动之间取得平衡的学习环境[12-13]。

关于在数学课堂上使用 ChatGPT 的研究报告，能够为教育者提供教学层面的洞见。然而，围绕在数学教与学中试验性使用 ChatGPT 的研究仍然有限。这使得教育者对如何把 ChatGPT 融入并变革其课堂实践知之甚少。有鉴于此，我们在葡萄牙的一所中学里，就把 ChatGPT 融入数学教与学开展了实验。因此，在本研究中，我们旨在分享从这次实验中获得的、关于把 ChatGPT 融入数学课堂之效用的经验教训。换言之，我们旨在回答这样一个问题：在中等教育阶段，ChatGPT 对增进数学概念的学习究竟有多大用处？

二、相关研究

ChatGPT 既可能改善教育，也可能损害教育——这一事实促使研究者投入大量精力，以确保把它融入教与学所产生的正面结果多于负面结果。这些努力包括考察教育者与学生的认知[14-15]，以及在不同情境与学科中调查学生与 ChatGPT 的互动。例如，文献观察到，工程专业学生认为 ChatGPT 是一种有助于其在问题求解中运用数值解法的有用工具。然而，他们也注意到它的弱点，例如提供不正确的信息。

与此类似，文献报告称，ChatGPT 为改进商务沟通技能的实践层面提供了洞见。不过，作者告诫不要把 ChatGPT 用于理论层面，因为它会助长学生的死记硬背。据此，他们建议教师在允许学生于课堂上使用 ChatGPT 时避开理论性问题，转而采用需要个性化解答的案例式作业。此外，文献指出，ChatGPT-4 在求解物理问题上

的表现可以优于水平较低的学生,并有助于学习者发展概念理解。然而,作者强调教师须就学生如何与 ChatGPT 互动加以指导,并鼓励避免对它过度依赖。文献报告称,学生认为把 ChatGPT 用作物理科目的虚拟助理辅导者是理想之选。因此,作者主张在允许学生使用 ChatGPT 时着力培养其批判性思维技能。

已有的课堂 ChatGPT 试点报告,为把 ChatGPT 融入教与学的最佳实践提供了洞见。然而,这些洞见来自数学以外学科的课堂,而数学正是本研究的目标学科。因此,把这些研究的发现推广到数学课堂可能有风险。这使得专门聚焦数学课堂的研究,对指导数学教育者具有相当可观的价值。

另一方面,文献观察到,尼日利亚的数学教育者对在数学教学中使用 ChatGPT 持积极认知。作者报告称,这些教师同时认为,成功的融入取决于课程契合度与教师培训。该研究尽管聚焦数学,却未涉及学生的认知。排除学生视角,可能导致技术融入未能恰当地释放学习者与技术互动的潜能。此外,该研究的发现并非基于 ChatGPT 使用的课堂实验,这限制了研究者识别与课堂相关的挑战与需求的能力。鉴于每个课堂情境的独特性,我们认为只有来自课堂实验的洞见,才能有效地为把 ChatGPT 融入课堂的实践提供指引。因此,基于实验的研究是必要的。

文献指出,巴西的九年级学生在使用 ChatGPT 学习基础数学时,于提示语撰写上遇到困难。同样,文献基于一项涉及韩国高丽大学数学专业本科生的实验,构建了一个刻画大学生与 ChatGPT 互动的框架。文献发现,学生在互动过程中能够识别人工智能的优势与不足,并提出了促成 ChatGPT 成功融入数学课堂的若干途径。尽管这些研究都聚焦于涉及学生的课堂实验,它们[16]都把 ChatGPT 当作课堂上的独立工具,未纳入 GeoGebra 等其他工具。这种取径契合“用 ChatGPT 取代既有技术”的观点。然而,若把 ChatGPT 视作既有技术的补充工具,就需要同时整合 ChatGPT 与 GeoGebra 一类软件的课堂实验。因此,像本研究这样聚焦于把 ChatGPT 与其他技术一并融入数学教学的研究是必要的。

文献开展了一项使用 ChatGPT 配合 GeoGebra 以增进大学生计算思维技能的实验。不过,在该研究中,ChatGPT 的用意是帮助学生发展使用 GeoGebra 学习数学的知识,从而发展计算思维技能。这与本研究不同——本研究聚焦于以互补的方式使用 ChatGPT 与 GeoGebra 来发展学生的数学知识。因此,如果我们的目标是理解如何以最佳方式在数学教学中使用 ChatGPT,就不能依赖文献的洞见,这也凸显了本研究的必要性。

在另一项研究中,文献试验了用 ChatGPT 与 GeoGebra 来增进印度尼西亚九年级学生对二次方程的协作学习。该研究虽然涉及学生并整合了 ChatGPT 与 GeoGebra,但其重点在于增进协作学习取径,而非数学概念本身。这说明了本研究的必要性——本研究聚焦于发展学生的数学概念。因此我们认为,我们对 ChatGPT 在发展学习者数学概念方面之效用的实验尝试,能够为“为把 ChatGPT 融入数学课堂的实践提供指引”这一更广泛的研究努力作出贡献。

三、研究方法

(一) 研究情境

这次教学实验在葡萄牙一所私立学校的九年级班级里、于一节 90 分钟的课上开展,该校所处的社会环境高于全国平均水平。参与者是在学校与家中都能稳定获取技术资源(包括智能手机、平板电脑、计算机与高速互联网)的学生。研究聚焦于九年级数学课程,其中包括函数——特别是多项式函数——的学习。具体而言,实验针对葡萄牙官方数学课程所规定的二次函数。教学干预借助计算机开展,以探究与这些函数相关的关键概念。实验由研究者之一在课堂上实施,他在授课过程中不予干预,让学生自主地投入学习材料。

(二) 实施过程

实验分为两个阶段，每个阶段历时 90 分钟。在第一阶段，教师布置任务，让学生两人一组使用 ChatGPT 与 GeoGebra 完成。每一对学生获得一台计算机，上面可使用网页版的 ChatGPT-3.5 与 GeoGebra 6（见图 1）。表 1 呈现了布置给学生的任务。

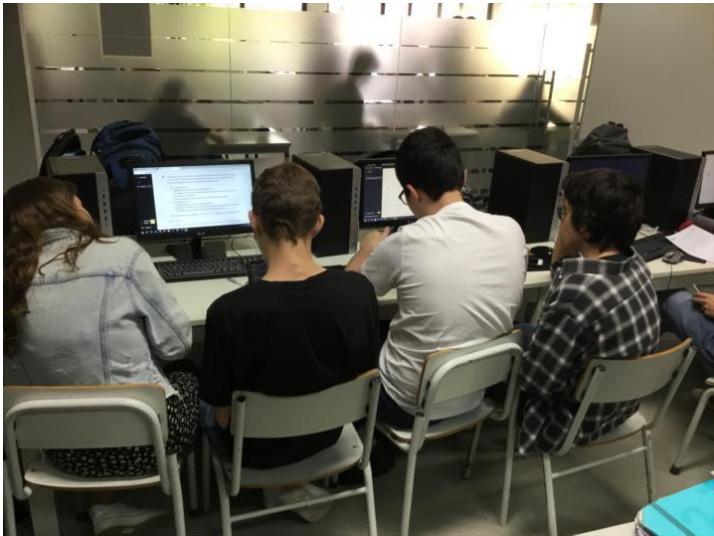


Figure 1 Students Working in Pairs
图 1 学生两人一组开展工作

在这一阶段，教师的主要角色是协助学生解决技术问题。在课时结束时，教师收取学生的作业，并向他们发放一份开放式问卷。发给学生的问卷内容见表 2。

在第二阶段，教师引导学生就使用 ChatGPT 与 GeoGebra 的体验与观察进行反思。教师澄清了与函数相关的相互矛盾的概念，以增进学生对函数 $f(x) = ax^2$ 的理解。

Table 1 Student Task Suggesting the Use of ChatGPT 3.5 and GeoGebra
表 1 建议使用 ChatGPT 3.5 与 GeoGebra 的学生任务

编号	任务说明
T1	向 ChatGPT 询问二次函数。然后用你自己的话定义什么是二次函数。
T2	参照 GeoGebra (http://www.geogebra.org/2d) 获取二次函数图像表示的示例。然后把其中一些示例表示出来。
T3	定义二次函数的解析表达式是什么？
T4	$f(x) = ax^2 + bx + c$ 是否总是表示一条抛物线？
T5	参数 a 对 f 的图像表示有何影响？
T6	参数 b 对 f 的图像表示有何影响？
T7	参数 c 对 f 的图像表示有何影响？
T8	二次函数在什么条件下有零点？请分别用图像与解析表达式加以举例说明。
T9	我们如何确定二次函数的最大值或最小值？
T10	参照 GeoGebra 与一般情形 $f(x) = ax^2 + bx + c$ ，说明各参数对抛物线顶点表示的影响。
T11	逐步解释如何用代数方法推导出由二次函数所定义的抛物线的顶点坐标。

Table 2 Open Questionary Applied at the End of The Class

表 2 课堂结束时实施的开放式问卷

编号	问题内容
Q1	你了解 ChatGPT 吗？如果了解，你的看法是什么？
Q2	你使用过它吗？如果用过，以何种方式使用、提出过哪类问题？
Q3	对于本次在计算机上使用 ChatGPT 开展的活动，你的看法是什么？
Q4	对于在今后的课堂上使用 ChatGPT，你的看法是什么？

（三）数据收集与参与者

数据通过问卷调查、小型课堂座谈以及对 13 份作业的文档分析，从 26 名学生处收集而来。本研究的参与者经由目的性抽样获得，即依据特定标准选取参与者。我们的选取标准是参与课堂实验的班级成员。

（四）数据分析

本研究采用文献的主题分析框架对数据进行主题分析。该框架包含熟悉资料、初始编码、寻找主题、复核、界定与命名主题、撰写报告等若干阶段。熟悉资料阶段要求反复通读数据集以获得全面理解。在初始编码阶段，研究者对数据赋予经协商一致的标签，以便于归类与模式识别。在寻找主题阶段，研究者识别数据中的模式并确立其间的关系。在复核阶段，研究者交换各自识别出的数据模式以获取同行反馈，并讨论任何矛盾之处直至达成共识。在界定与命名主题阶段，研究者依据各类别下数据所呈现的内容为主题命名。最后，在撰写报告阶段，研究者总结关键发现，并为每一类结果提供来自数据集的实例。

四、研究结果

本研究旨在从学生的视角考察 ChatGPT 与 GeoGebra 在数学课堂中的协同融入。在本节中，我们基于对学生作业、反思与问卷数据的分析呈现结果。

（一）来自学生提交的作业

数据分析表明，ChatGPT 有助于促进学习者对数学概念的理解。这一点通过学生对所布置任务的作答得以体现。例如，T1 是一道直接提问，所有学生都作答正确。鉴于这些任务对学生而言涉及全新的概念，由此可以推断 ChatGPT 帮助学生学习了新概念。尽管作答的详略程度不一（如图 2 与图 3 所示），所有答案都是正确的。

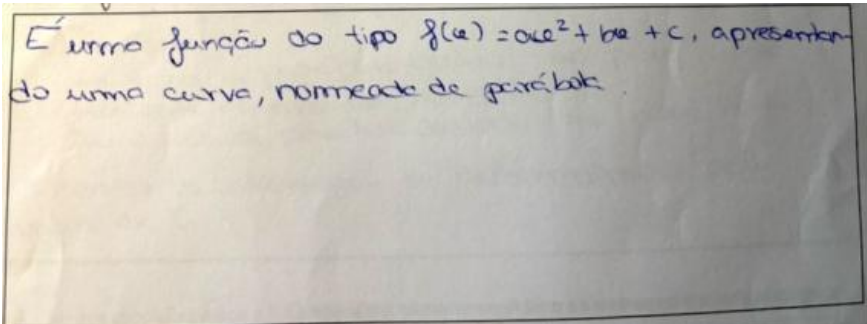


Figure 2 Low Detailed Answer

图 2 详略程度较低的作答

“它是形如 $f(x) = ax^2 + bx + c$ 的函数，呈现出一条被称为抛物线的曲线。”

T5 与 T7 等其他问题,所有学生也都在事实层面作答良好,作答细节的差异很小,这表明 ChatGPT 作为助手发挥了宝贵的作用。

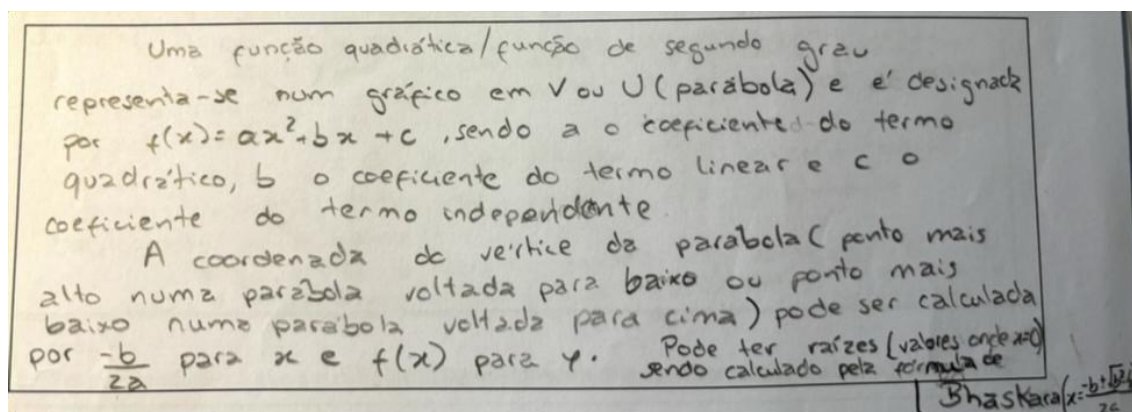


Figure 3 High Detailed Answer

图3 详略程度较高的作答

“二次函数,或称二次多项式函数,在图像上表现为 V 形或 U 形(抛物线),记作 $f(x) = ax^2 + bx + c$,其中 a 是二次项系数, b 是一次项系数, c 是常数项。抛物线顶点(开口向下的抛物线的最高点,或开口向上的抛物线的最低点)的坐标,可由 $x = -b/(2a)$ 与 $y = f(x)$ 计算得到。它可能有根(原文作“使 $x = 0$ 的值”),由 Bhaskara 公式 $x = (-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac})/(2a)$ 算出。”

此外,数据分析表明,把 ChatGPT 与 GeoGebra 整合起来是有益的,因为它让学生得以比较两个应用给出的答案,或用其中之一补足另一个的答案。例如,在对 T2 与 T10 的作答中,GeoGebra 发挥了关键的互补作用——因为所用的 ChatGPT 版本存在局限,无法依据函数的定义参数提供其图像的图形表示或动态可视化。

(二) 来自学生的反思

数据分析表明,学生对 ChatGPT 的认知总体积极,但也有例外。例如在反思环节,一些学生表示 ChatGPT 是有益的,理由是:

“我认为它是一个出色的平台,对问题或请求的回应准确,且高度简洁、富于解释性、专业,甚至可能胜过某个特定领域拥有学位的人。”

然而,他们报告称曾被一些表述欠佳的问题所困扰。例如,一些学生提到他们对二次方程求根公式的称呼“Bhaskara 公式”并不熟悉。另一方面,当 ChatGPT 给出含糊的答案时,他们认为这令人沮丧。例如,一些学生说,当他们问 ChatGPT“我们如何确定二次函数的最大值或最小值”时,得到的回应有时只是一串让使用者照做的步骤,却没有任何理据说明。

(三) 问卷调查结果

问卷作答分析所识别出的类别见表 3。关于第一个问卷条目(Q1),所有学生(26 份作答)都熟悉这一工具。多数人表达了积极看法,强调它在检索与获取信息方面的有用性与高效性(9 份作答),以及对学校与学术作业的便利作用(6 份作答)。此外,一些学生提到 ChatGPT 改善生活质量与教育的潜力(3 份作答),以及它革新学习与研究的创新能力(5 份作答)。然而,也有人担忧学生的过度依赖(1 份作答)以及 ChatGPT 的局限与错误(5 份作答)。

基于所分析的作答可以看出,ChatGPT 被广泛视为教育中一种有用而创新的工具,具有增进研究、便利学校与学术作业的潜力。然而,人们也担忧学生对它的过度依赖及其局限与错误。尽管认识到这一人工智能工具

的某些局限，学生仍然认可它相较传统互联网搜索引擎的益处与创新潜力，正如一位学生的看法所示：

“是的，我知道它。它非常有用，因为它能回答搜索引擎理解不了的问题，哪怕要花上十秒以上。”

Table 3 Analysis of Survey Responses

表 3 问卷作答分析

条目	类别	计数
Q1: 你熟悉 ChatGPT 吗？如果熟悉，你的看法是什么？	熟悉它。	26
	在检索与获取信息方面有用而高效。	9
	便利学校与学术作业。	6
	改善生活质量与教育。	3
	具有创新能力，有望革新学习与研究。	5
	担忧学生过度依赖。	1
Q2: 你使用过它吗？如果用过，以何种方式、提出过哪类问题？	担忧其局限与错误。	5
	从未使用过。	6
	支持学习、解答疑惑。	12
	满足好奇心与获取常识。	9
	书面作业与书籍分析。	5
	游戏与娱乐活动。	2
Q3: 对于使用 ChatGPT 的计算机活动，你的看法是什么？	个人用途及其他。	1
	认为该活动有趣且富于创新。	22
	提到 ChatGPT 的局限或技术问题。	5
	对该活动持中立或复杂看法。	2
Q4: 对于在今后的课堂上使用 ChatGPT，你的看法是什么？	明确持赞成意见。	7
	仅赞成用作传统课堂的补充。	9
	负面意见：担忧所提供信息的准确性、缺乏对疑惑的主观理解、以及教育中人的因素的缺席。	6
	中立或复杂意见：认可今后课堂使用 ChatGPT 的潜在益处，但同时对其当前局限表示担忧。	5

分析第二个问卷问题（Q2）的作答可以看出，多数学生使用过 ChatGPT。他们用它来解答疑惑、支持学习（12 名学生），这表明该工具对这一年龄段而言具备教育资源的潜力。分析还表明，ChatGPT 可以成为学生宝贵的教育工具，尤其是在帮助他们澄清疑惑、加深各学科知识方面。然而显而易见的是，在那些对其能力探索最为投入的学生中，已有人认识到 ChatGPT 回应模式、运行规则以及使用者提示语的重要性。例如，一份值得注意的作答：

“是的。在我从 Reddit 上看到的方法把它变成 DAN 实体、突破其准则之后，我用它问了物理和化学的家庭作业。”

对学生 Q3 作答的质性与量化分析揭示出多样的看法。总体而言，学生认为该活动富于创新、饶有趣味，是对传统教学的一种突破（22 名学生）。一些学生提到与使用 ChatGPT 相关的局限（5 名学生），具体涉及使用者在短时间内可输入提示语数量的时段限制；另一些学生则注意到，课堂动态与传统模式有所不同，因为注意力焦点从单一中心（教师的讲解）转向了分布于若干工作小组之间。例如，一份作答写道：

“我认为这是一种有趣而创新的取径，让我们的课堂更具动态性与自主性，提升了全班对这一学科的兴趣。”

换言之，ChatGPT 活动被学生视为一次创新而有趣的体验，但该工具所提供回应的精确性与质量仍有改进空间。关于 Q4 的作答可以看出，尽管学生认为这次体验相当正面且富于创新，他们并未被其正面之处所炫目，而是承认这项技术当前的局限使得在课堂上排他性地使用它并不现实。他们提到，它的正面之处可以作为传统课堂的有益补充（9 名学生），或者用于人际互动难以获得的情形（6 名学生）。一些学生认可它的益处，但强调对其局限的担忧——当在不同时间用相似的提示语却得到相互矛盾的回应时，这种担忧尤为加剧。这成为所提供信息的一种不安全因素，在教育信任关系中可以被认为是切题的。值得注意的作答包括：

“ChatGPT 是一个非常令人惊叹的工具，但离在课堂上使用还很远，除非是在类似的实验中；精确性的欠缺与回应所需的时间，意味着人们很快就能发现若干缺口。回答这个问题——目前，不行。再过几年，也许可以。”

此外，一位学生提到，当初次回应未被理解时，ChatGPT 无法通过变换论证方式以不同的路径加以解释：

“在我看来，我们可以在某些课上使用它，但不是一直用。它有趣，也是一种不同的体验，但如果我们第一次没听懂，它没法换一种方式解释。”

另一些学生尽管认可该应用的益处，仍强调教师不可或缺的作用：“使用它可能有用，但不会取代教师的角色，而且 ChatGPT 有时会犯错；它还太新了。”

五、讨论

本次教学实验中 ChatGPT 的融入，揭示出教学情境与非教学情境之间的一种平衡，把人工智能定位为传统教学的补充。研究考察了学生与 ChatGPT 的互动，识别出诸如快速获取信息之类的益处，以及诸如回应存在变异之类的挑战。教师的中介作用对于确保学习的准确性与深度至关重要，它促成一种把新兴技术与传统教学实践结合起来的平衡取径，旨在让学生为一个不断演进的数字世界作好准备。

（一）学生对 ChatGPT 与 GeoGebra 结合使用的看法

在这些数学课堂上、在一个数学主题之内把 ChatGPT 与 GeoGebra 整合起来，基于学生反馈既展现出教学益处，也显露出改进空间。事实上，近期一些理论工作与这一想法相契合；然而据我们所知，尚未发现在课堂上与学生一同运用这一组合的研究。学生普遍认可，把两种工具结合起来使得学习数学概念——尤其是二次函数——的取径更具动态性。ChatGPT 对复杂观念提供即时文字解释的能力，补足了 GeoGebra 的可视化与交互能力。这种双工具取径使学生得以交叉参照两方的输出，从而通过视觉探索强化其对理论概念的理解。学生认为这种整合有助于投入抽象数学，因为它让他们能够把解析解法与图像表示加以比较。然而，本研究也凸显了教师中介在澄清概念上的重要性——尤其是当两种工具之间出现分歧，或者 ChatGPT 的回应缺乏更高阶理解所需的深度或精确性之时。这一看法的意涵表明，尽管 ChatGPT 在与 GeoGebra 配合使用时能够有效支持数学推理，它的角色仍是补充性的，且必须被批判性地评估，以防止对人工智能生成内容的过度依赖。

（二）ChatGPT 的不足与不良作答

尽管学生认可 ChatGPT 的效用，他们的反馈也揭示出显著的局限，尤其是在生成表述欠佳或含糊不清的回应方面。若干学生发现，ChatGPT 偶尔提供含糊或不完整的答案，这妨碍了他们充分把握复杂的数学程序，例如确定二次函数的最大值或最小值。具体而言，当 ChatGPT 的解释缺乏逻辑推进或足够细节从而导致困惑时，学生表示沮丧。此外，“Bhaskara 公式”这类不熟悉的术语进一步增加了他们理解上的困难，这表明该人工智能工具需要更能适应数学术语与教学法上的地域差异。这些问题凸显了教师批判性监督与干预的必要性，以

确保学生不被人工智能回应中的不准确或缺漏所误导。这些挑战的意涵凸显出 ChatGPT 在教育中的当前局限——若缺乏清晰的引导与精确的提问，它的效用便会被削弱。教育者必须通过培养学生的批判性思维与提示语撰写技能来应对这些短板，确保他们能够有效地驾驭 ChatGPT 的局限。

（三）教学情境与非教学情境：在 ChatGPT 融入语境中的意义

在教育文献中，教学情境涉及学生与知识之间经由教师或预设材料中介的互动，而非教学情境则发生在学生不经教师明确中介、直接与知识互动之时。ChatGPT 能够依据其在学习环境中的使用方式，提供介于教学情境与非教学情境之间的多样体验。研究表明，学生在与 ChatGPT 互动时，常常发现自己处于非教学情境之中——自主地探索概念、求解问题——这既能培育自我效能感，也要求具备分析该工具所提供信息的批判性技能。文献提出，在教学情境与非教学情境之间取得平衡的过渡，能够促进对概念的更深理解。在本研究中，教师为纠正 ChatGPT 生成的错误信息而进行的干预，正说明了这种平衡的必要性。当被互补地使用时，该工具能够丰富学习环境，允许自主探索，而后再由传统的教学活动加以结构化。

（四）教学实验的作用：对教学实践的启示

作为一种研究方法，教学实验旨在通过具体而受监控的干预来理解并改进教与学的过程。在本研究中，实验涉及把 ChatGPT 融入课堂活动，以考察学生如何与该工具互动，以及这种互动如何影响他们对数学概念的理解与学习。数据显示，学生以不同方式使用 ChatGPT 来探索数学概念，比较各自的回应并与同伴讨论所得，这使我们得以观察他们如何应对该工具所提供回应的变异性，以及这些变异如何影响其理解与问题解决能力。研究发现，在初始阶段，发生于非教学半空间中的情境制约了学生的行动，而这些行动由他们与聊天机器人的互动所驱动。这支持了我们的方法论假设，即把非教学半空间本身视为一个值得深入研究的考察对象。

教学实验表明，尽管 ChatGPT 能够促进概念的探索与发现，教师的引导与支持对于帮助学生解读并正确使用所提供的信息仍不可或缺。这些结果与强调教师在技术支持型学习情境中之中介作用的文献相一致。依据实验过程中的观察来调整与适配教学的能力，对于确保技术成为传统教学实践的有效补充至关重要。

（五）假设性学习轨迹：评估与反思

假设性学习轨迹（HLT）作为一种理论指引，用于理解学生如何通过一系列预先设计的活动在理解某一特定概念上取得进展。在本研究中，HLT 被用来描绘学生在 ChatGPT 帮助下理解数学概念的进展。数据显示，预期概念同化呈线性推进的初始 HLT 并未完全实现。相反，学生遵循了一条更为复杂且非线性的学习轨迹，常常偏离预期的次序，需要教师的重新定向与干预。

偏离既定 HLT 的原因，可归结为 ChatGPT 所生成回应的变异性，以及学生以出人意料的方式解读并运用这些回应的能力。关于 HLT 的文献指出，灵活性对于应对这些变异是必不可少的，教师必须准备好依据学生新出现的需求调整其教学取径。ChatGPT 的使用要求对 HLT 进行持续调适，凸显了动态而有回应性的教学规划之必要。

（六）ChatGPT 的融入：教育实践中的益处与局限

学生所指出的 ChatGPT 的益处，包括易于获取信息以及在解答疑惑上的支持，从而促进自主学习与协作学习。然而，所识别出的挑战——例如回应的不一致以及不断核实信息准确性的必要——凸显了持续监督与平衡教学取径的重要性。文献指出，要把 ChatGPT 这类人工智能工具有效地融入教育环境，教师发展出中介这些技术、引导学生批判性解读信息的专门能力至关重要。

学生认为 ChatGPT 是传统教学的补充而非替代，这反映出一种与文献建议相契合的平衡观点。本研究印证了这样的必要性：充分准备教育者，以应对融入这些工具所带来的挑战并最大化其益处。把新兴技术与传统

教学实践结合起来, 被视为促进全面而有意义之学习的最有效取径, 使学生得以面对一个不断演进之世界的挑战。

(七) 人工智能在课堂中的融入

关于把 ChatGPT 这类人工智能工具融入教育环境的文献, 凸显了若干对理解该技术之学习影响至关重要的关键点。研究表明, 人工智能可以成为个性化教学、满足学生个体需求、为常见问题提供快速答案的有力助力。然而, 文献强调, 有必要对教育中对数字技术日益增长的依赖进行批判性分析。这些工具尽管前景可期, 却存在显著局限, 例如回应的变异性与不准确, 这可能导致学生对概念形成碎片化或不正确的理解。

在本研究中我们观察到, ChatGPT-3.5 虽便利了信息获取、激发了学生的好奇心, 却也如结果部分所报告的那样表现出不一致与相互矛盾的回应。这与文献中就人工智能生成回应之准确性以及教育者持续监督之必要所提出的关切相一致。诚然, 要最大化人工智能在教育中的正面影响, 就需要在人工智能所提供的自主性与教育者的监督之间取得平衡, 以防止错误信息的传播、确保学习的有效。

尽管如此, 更晚近的研究指出, GPT-4 与 GPT-4-turbo 拥有强得多的推理、情境化与对话管理能力。未来的研究需要探索这些新模型在真实课堂情境中的使用方式。此类研究可以评估: 前几代系统所显现的短板在多大程度上得以延续, 以及这些更为精深的人工智能系统是否有能力实质性地重塑数学教学体验, 而不只是辅助完成作业。然而, 我们从这项工作中所学到的, 远不止于把当前免费的、基于文本的 ChatGPT 回应系统改进为一个把文本与静态或动态图像结合起来的系统。

(八) 学生与技术之间的互动

如结果部分所述, 课堂上各学生小组与 ChatGPT 之间的互动, 揭示出一种有趣的协作与比较的动态。各小组在物理位置上的邻近, 便利了信息的交换以及对其他小组所获回应的观察, 这反过来又鼓励了对不同提示语的试验以及对多种答案的探索。这凸显出有必要与学生讨论当前人工智能系统所生成回应的概率性本质, 以及通过其他来源验证这些信息的重要性。

这一行为契合协作学习的原则——文献中广泛推崇它是发展批判性与分析性技能的有效实践。经验的交流与对所获回应的讨论, 使学生得以批判性地评估信息、识别可能的错误或不一致, 强化了以批判性取径对待教育技术之重要性。然而, 即便使用相同的提示语, ChatGPT 所生成回应仍存在变异, 这凸显出该工具的一项显著局限——Holmes 等(2019)亦曾指出这一点。这种不一致可能导致学生的困惑与沮丧, 凸显出持续监督与引导、以确保所提供信息准确可解的必要。

(九) 技术与后勤问题的影响

技术与后勤方面的困难——例如与 ChatGPT 的连接问题——对学生的体验产生了负面影响, 导致沮丧并打断了学习的流畅性。这一方面凸显出确保课堂所用技术工具之稳定性与可靠性的重要性, 文献中经常强调这一点。此外, ChatGPT 相较 GeoGebra 等其他工具的主导性使用, 暗示出一种可能的倾向: 偏好那些提供快速简便答案的方案, 而这可能限制更深入的探索以及对数学概念更全面的理解。

(十) 学生作答分析: 一致与分歧

如结果部分所详述, 学生对所提问题作答的多样性, 反映出对所讨论概念不同的解读与理解水平。这种变异性表明学习的复杂性, 以及采取一种顾及每位学生个体能力与需求之个性化取径的必要。既有详尽的作答也有较为浅表的作答, 还引入了“Bhaskara 公式”这类不正确的术语, 这强化了教师中介在纠正误解、确保所学信息准确性上的重要性。文献强调, 教师的监督对于引导学生正确解读回应、发展对概念深入而有意义的理解至关重要。

（十一）学生对 ChatGPT 的看法：益处与局限

对学生开展的问卷调查结果揭示出对 ChatGPT 以积极为主的看法，许多人强调该工具在检索与解答疑问上的有用性与高效性。这一积极反馈与文献相一致——文献指出了人工智能工具在教育中的益处，包括个性化教学与对自主学习的支持。然而，学生对回应准确性以及过度依赖技术之风险的担忧，反映出文献中所识别出的挑战与局限。

正如文献所警示的，过度依赖快速而自动生成的答案，可能导致对概念的浅表理解与批判性技能的缺失。学生认为 ChatGPT 可以补充但不能取代传统教学，这是一种与文献建议相契合的平衡观点。把技术工具与传统教学实践结合起来，被视为促进全面而有意义之学习的最有效途径，但同时必须关注关于数学学与教的信念。

六、结论与未来工作

结合实证证据与文献综述，课堂中使用 ChatGPT 的这次体验，凸显出在教学中审慎而批判地融入新兴技术的重要性。尽管 ChatGPT 提供了显著的益处——例如快速获取信息、支持协作学习与自主学习——它的局限，例如回应的变异性与准确性问题，仍要求教育者进行严格的监督与持续的引导。

今后把 ChatGPT 与其他人工智能工具融入教育，必须审慎行事，确保学生发展出评估与解读所获信息的批判性技能。教师的中介对于纠正可能的错误、确保学生获得对概念深入而准确的理解不可或缺。总之，尽管 ChatGPT 有潜力丰富学习体验，它应当被用作传统教学的补充，并着重促进批判性与分析性技能。把新兴技术与有效的教学实践结合起来，能够提供一种平衡的取径，让学生有信心、有能力地驾驭不断演进的数字世界。

伦理声明

本研究已取得全体研究参与者的书面知情同意，以开展研究并发表研究结果。全部数据均经处理，以严格维护参与者的匿名性。研究所在学校的教务管理部门批准了本研究的开展，并保存有由参与学生的代表 / 父母 / 监护人签署的知情同意书副本。数据通过研究者的研究日志以及参与者对体验问卷的作答收集而来，由研究者妥善保存。关于这些数据的更多信息可依请求的相关性提供。作者声明在开展本研究过程中不存在利益冲突，全体作者对本文的撰写贡献均等。本研究未获得公共部门、商业机构或非营利机构任何资助方的专项资助。

参考文献

- [1] 李艺. 美育融入学科教学实施策略. 中国美术教育, 2024(04): 4-9.
- [2] 褚宏启. 教育公平与教育质量协同发展. 教育理论与实践, 2021, 41(21): 4-8.
- [3] Uwurukundo M S, Maniraho J F, Tusiime M. GeoGebra integration and effectiveness in the teaching and learning of mathematics in secondary schools: A review of literature. African Journal of Educational Studies in Mathematics and Sciences, 2020, 16(1): 89-101.
- [4] Hernández A, Perdomo-Díaz J, Camacho-Machín M. Mathematical understanding in problem solving with GeoGebra: A case study in initial teacher education. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 2020, 51(2): 223-239.
- [5] 周光礼. 高校学科建设与科研育人融合. 大学教育科学, 2021(04): 36-44.
- [6] 郑金洲. 校本教研提质增效实施策略. 上海教育科研, 2022(08): 5-10.
- [7] 刘昌亚. 义务教育课后服务长效管理机制. 基础教育, 2024(08): 14-18.
- [8] 丁钢. 传统文化融入现代教育的路径探索. 华东师范大学学报 (教育科学版), 2024, 39(04): 1-10.
- [9] 许晓东. 高校实验室育人功能挖掘. 实验技术与管理, 2021, 38(07): 210-215.

-
- [10] 沈建华. 劳动教育课程体系开发与实践. 中国教育学刊, 2021(09): 84-88.
- [11] 彭刚. 通识教育课程体系优化建设. 清华大学教育研究, 2021, 42(03): 1-8.
- [12] 孙杰远. 民族地区教育现代化推进策略. 广西师范大学学报 (哲学社会科学版), 2021, 59(03): 108-115.
- [13] Binti Misrom N S, Muhammad A S, Abdullah A H, et al. Enhancing students' higher-order thinking skills (HOTS) through an inductive reasoning strategy using GeoGebra. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 2020, 15(3): 156-179.
- [14] Yohannes A, Chen H L. GeoGebra in mathematics education: A systematic review of journal articles published from 2010 to 2020. *Interactive Learning Environments*, 2023, 31(9): 5960-5978.