

การศึกษาความพร้อมการเรียนรู้แบบนำตนเองที่ส่งผลต่อการคิดเชิงคำนวณ ในการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

A Study on Self-Directed Learning Readiness Which Affects Computational Thinking
in Studying Computer Subject of Senior Highschool Students

วิฑูร สอนธิปกณ์¹, สิริรัตน์ จรรยารัตน์², วุฒิชัย พิลิก^{*3}
Withoon Sonthipak ¹, Sirirat Janyarat ², Wudhijaya Philuek^{*3}

wudhijaya@nsru.ac.th*

ส่งบทความ 3 กันยายน 2567 แก้ไข 4 ธันวาคม 2567 ตอนรับ 4 ธันวาคม 2567
Received: September 3, 2024 Revised: December 4, 2024 Accepted: December 4, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความพร้อมและความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้แบบนำตนเองและการคิดเชิงคำนวณในการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยเก็บข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 จำนวน 482 คน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จากโรงเรียนเครือข่ายฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ในจังหวัดนครสวรรค์และอุทัยธานี เครื่องมือวิจัยประกอบด้วยแบบสำรวจความพร้อมการเรียนรู้แบบนำตนเอง (3 ปัจจัย, 40 ข้อ) และแบบสำรวจการคิดเชิงคำนวณ (4 ปัจจัย, 25 ข้อ) การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวน และการทดสอบสมมติฐานสหสัมพันธ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพร้อมในการเรียนรู้แบบนำตนเองและการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับดี และมีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญระหว่างโรงเรียน แต่ไม่มีความแตกต่างทางเพศและระดับชั้น อีกทั้งพบความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญระหว่างความพร้อมการเรียนรู้แบบนำตนเองและการคิดเชิงคำนวณ

คำสำคัญ: การเรียนรู้แบบนำตนเอง, การคิดเชิงคำนวณ,

*ผู้ประพันธ์บทความ (corresponding author)

¹ อาจารย์, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

² อาจารย์, สำนักนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

¹ Lecturer, the Faculty of Science and Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University

² Lecturer, Learning Innovation Centre, Srinakharinwirot University

³ Assistant Professor, the Faculty of Education, Nakhon Sawan Rajabhat University

Abstract

This research was aimed to study the readiness and relationship between Self-Directed Learning and Computational Thinking in studying Computer subject of Senior Highschool Students. Data used in analytic were Grade 10 - 12 Students who studying Computer subject in First Semester, Academic Year of 2023 totally 482 students which was obtained from Nakhon Sawan and Uthai Thani province where schools were selected from network schools for teacher training, the Faculty of Education, Nakhon Sawan Rajabhat University. Research tools were Self-Directed Learning Readiness Scale (3 domains, 40 items) and Computational Thinking Scale (4 domains, 25 items). Data analysis using Mean, Standard Deviation, Analysis of Variance, and Pearson's Correlation Coefficient. Research found that Senior Highschool Students have Self-Directed Learning readiness and Computational Thinking in studying Computer Science subject at high level, and studying in different schools showed the significant level of statistics while Gender and level of study level did not show the significant. And, also showed the relationship between Self-Directed Learning readiness (3 domains) and Computational Thinking.

Keyword: Self-Directed Learning, Computational Thinking

.....

บทนำ

ในการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ หรือ ในปัจจุบันอาจจะใช้คำที่แตกต่างไป หนึ่งในนั้นได้แก่ วิชาวิทยาการคำนวณ ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนนั้นเป็นการมุ่งเน้นด้านการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนตั้งแต่วัยเด็กโดยอาศัยเครื่องมือเทคโนโลยีมาช่วยให้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะด้านนี้ ซึ่งในการเรียนรู้ของผู้เรียน มีปัจจัยมากมายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา หนึ่งในนั้นได้แก่ การเรียนรู้แบบนำตนเอง หรือ Self-Directed Learning ซึ่งเป็นคุณลักษณะภายในตัวตนของผู้เรียนในการนำตนเองหรือกำกับตนเองในการเรียนรู้ เปรียบเสมือนเป็นกระบวนการเปรียบเสมือนเป็นคุณลักษณะและเปรียบเสมือนบริบทที่ถูกผูกมัดไว้ การคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking: CT) ถูกมองว่าเป็นหนึ่งในองค์ประกอบหลักและมีความสำคัญอย่างยิ่งที่ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการส่งเสริมในการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องด้านสะเต็มศึกษา (Tang et al., 2020a, 2020b) และหลายประเทศได้มีการเตรียมพร้อมและนำหลักสูตรด้านการคิดเชิงคำนวณไปใช้เพื่อการพัฒนาผู้เรียน ซึ่งนักวิจัยและนักการศึกษาตระหนักดีว่าการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนในระดับประถมศึกษา

และมัธยมศึกษาตอนต้นไม่เพียงช่วยให้ใช้การคิดเชิงคำนวณได้เร็วเท่านั้น แต่ยังช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาในการเรียนรู้ประจำวันได้ดีขึ้นอีกด้วย (Zhou et al., 2022) นอกจากนี้ การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณในวัยเด็กจะทำให้เด็ก ๆ มีความคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีซึ่งอาจจะเป็นศูนย์กลางหรือเครื่องมือของทุกอาชีพและยังเกี่ยวข้องกับการรู้ (Literacy) อีกด้วย (Lavigne et al., 2020) ดังนั้น การคิดเชิงคำนวณจึงเป็นส่วนสำคัญของระบบการศึกษาเพื่อยกระดับผู้เรียนให้มีความสามารถในการดำรงชีวิตในอนาคต (Grover & Pea, 2013) ถึงแม้จะมีความพยายามที่จะเน้นย้ำถึงความจำเป็นในการใช้ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนทุกคน โดยในประเทศไทย มีการปรับปรุงหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปี พ.ศ. 2561 ในสาระเทคโนโลยี มาตรฐาน 4.2 วิทยาการคำนวณที่ระบุถึงการคิดเชิงคำนวณที่มีการจัดการเรียนรู้ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรในอีกหลาย ๆ ประเทศที่มีการจัดการเรียนการสอนด้านนี้ในระดับโรงเรียน (Wurman & Donovan, 2020) ซึ่งครูผู้สอนตั้งแต่

ระดับปฐมวัยถึงมัธยมศึกษาจำเป็นต้องมีทักษะหรือองค์ความรู้ด้านการคิดเชิงคำนวณอย่างถ่องแท้ ซึ่งในปัจจุบันการเรียนการสอนวิทยาการคำนวณอาจจะไม่ได้มุ่งเน้นที่กระบวนการคิดแต่ไปมุ่งเน้นที่ตัวโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์เป็นหลัก ดังนั้น ครูผู้สอนตั้งแต่ระดับปฐมวัยจนถึงมัธยมศึกษา ควรมีความรู้เชิงลึกเกี่ยวกับแนวคิดและความสามารถในการคิดเชิงคำนวณและควรมีโอกาสฝึกอบรมในการจัดการเรียนการสอนด้านนี้อีกด้วย

นักวิชาการศึกษาได้ทำการวิจัยที่แสดงถึงการโต้แย้งถึงทักษะต่าง ๆ ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อเตรียมเยาวชนให้พร้อมการมีชีวิตในโลกเทคโนโลยีและโลกาภิวัตน์ (Ananiadou & Claro, 2009; Binkley et al. 2012; Dede, 2009; The Partnership for 21st Century Skills, 2011; Warschauer, 2011) ซึ่งประเด็นที่น่าเสนอโดยนักวิชาการสอดคล้องกับข้อแนะนำของ Dewey (1915) ที่ว่า *“if we teach today’s students as we taught yesterday’s, we rob them of tomorrow”* แปลว่า *“ถ้าเราสอนผู้เรียนของวันนี้เหมือนที่เราสอนเมื่อวานนี้ เราก็จะปล้นพวกเขาในวันพรุ่งนี้”* ซึ่งในยุคดิจิทัลนี้นักวิจัยและนักการศึกษามีความสนใจที่ศึกษาคุณลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปของผู้เรียน สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ทรัพยากรการเรียนรู้ที่ผู้เรียนใช้ ตลอดจนวัฒนธรรมการเรียนรู้ใหม่ของผู้เรียน เมื่อพิจารณาถึงความต้องการโลกาภิวัตน์ที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ได้เกิดคำถามที่เกี่ยวกับแนวคิดเรื่องการรู้ (Literacies) โครงสร้างทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และผลลัพธ์ทางสังคม ซึ่งถูกหยิบยกขึ้นมา ถึงแม้จะมีมุมมองที่ไม่เห็นด้วยในประเด็นเหล่านี้ แต่ความสำคัญของการพัฒนาการขึ้นนำตนเองในฐานะทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 จึงเป็นคำพูดที่แพร่หลาย ทั้งนี้ได้มีการโต้แย้งประเด็นเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบขึ้นนำตนเอง (Self-Directed Learning: SDL) ตั้งแต่การศึกษาในระดับปฐมวัยจนถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังสมัยที่ Papert (1993) หนึ่งในผู้เสนอการนำเทคโนโลยีมาใช้ทางการศึกษาในช่วงแรก ๆ กล่าวว่า *“เด็ก ๆ จะพยายามอย่างดีที่สุดโดยการค้นหาตนเองจากความรู้เฉพาะเจาะจงที่พวกเขาได้รับและเป็นไปตามความต้องการ”*

การเรียนรู้แบบนำตนเองเปรียบเสมือนเป็นกระบวนการ แสดงให้เห็นในมุมมองของการเรียนรู้แบบนำตนเองที่เป็นกระบวนการ Sefton-Green (2004)

ให้คำจำกัดความว่าเป็นการเรียนรู้แบบอัตโนมัติ กล่าวคือ การสอนด้วยตนเองและการเรียนรู้ด้วยแรงจูงใจในตนเอง ซึ่ง Song & Hill (2007) อธิบายว่าเมื่อเข้าใจคำนี้แล้ว ไม่ได้หมายถึงการกระทำที่เป็นขั้นตอนเพื่อบรรลุเป้าหมาย แต่เน้นไปที่กระบวนการที่ผู้เรียนดำเนินการเพื่อควบคุมความพยายามในการเรียนรู้โดยอาศัยกรอบการเรียนรู้แบบขึ้นนำตนเอง ทั้งนี้ Candy (1991), Brockett & Hiemstra (1991) และ Garrison (1997) ยังอธิบายว่า แนวคิดเชิงกระบวนการของการเรียนรู้แบบขึ้นนำตนเอง มุ่งเน้นไปที่ความเป็นเจ้าของการเรียนรู้และการตรวจสอบตนเอง Brockett & Hiemstra (1991), Candy (1991), Garrison (1997) และ Gibbons (2002) แสดงรายละเอียดเพิ่มเติมว่า เมื่อการเรียนรู้แบบนำตนเองถูกเข้าใจว่าเป็นกระบวนการหนึ่ง การเรียนรู้จะมีลักษณะที่เป็นเอกภาพ ได้แก่ (ก) เป็นที่เข้าใจได้ดีที่สุดว่าเป็นความต่อเนื่องที่มีอยู่ในผู้เรียนทุกคนอยู่ในระดับที่แตกต่างกัน (ข) ความรับผิดชอบในการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับความพยายามในการเรียนรู้ของผู้เรียน (ค) เกี่ยวข้องกับการคิดและพฤติกรรมที่ผู้เรียนเลือกเอง เพื่อกำกับและจัดการกิจกรรมใด ๆ (ง) การควบคุมผู้เรียนไม่จำเป็นต้องหมายถึงการเรียนรู้โดยอิสระโดยที่การเรียนรู้เกิดขึ้นโดยแยกจากผู้อื่น และสามารถเกี่ยวข้องกับเพื่อนร่วมงาน เช่น ร่วมมือกับเพื่อน หรือบุคคลอื่น (จ) ผู้เรียนจำเป็นต้องติดตามกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อให้รู้ว่าตนกำลังมุ่งหน้าสู่หรือออกจากเป้าหมายการเรียนรู้ที่ตั้งใจไว้หรือไม่ การเรียนรู้แบบขึ้นนำตนเองเปรียบเสมือนเป็นคุณลักษณะ เมื่อการเรียนรู้แบบขึ้นนำตนเองซึ่งเปรียบเสมือนเป็นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ว่าเป็นคุณลักษณะ กล่าวคือ คุณภาพหรือลักษณะเฉพาะที่มีการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับกรอบการเรียนรู้แบบขึ้นนำตนเอง ซึ่งเป็นคำที่ใช้เพื่ออ้างถึงความเป็นอิสระส่วนบุคคล (Candy, 1991) กล่าวคือ *“ความปรารถนาหรือความชอบของผู้เรียน และมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้”* (Brockett & Hiemstra, 1991) หรือการจัดการตนเอง (Garrison, 1997) โดยเน้นที่การใช้ทรัพยากร กลยุทธ์การเรียนรู้ และแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน และการเรียนรู้แบบนำตนเองเป็นคุณลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเองและทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นคุณลักษณะที่จำเป็นของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (วีรพล แก้วพันธ์อำ และคณะ 2564)

อีกทั้งยังมีผลต่อการเรียนรู้วิชาคอมพิวเตอร์และการประเมินผลงานคอมพิวเตอร์เนื่องจากผู้เรียนมีความสามารถปรับตัวตามสถานการณ์ความเป็นจริงที่สอดคล้องกับประสบการณ์ของตนเองอีกทั้งรับประสบการณ์ใหม่ตามความต้องการที่เกิดขึ้นทั้งภายในและภายนอกได้ถูกต้อง เข้าใจตนเอง ตัดสินใจตอบสนองตนเองได้ รับรู้เกี่ยวกับตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ เชื่อมโยงในความสามารถของตนเอง ตลอดจนรับผิดชอบต่อการกระทำของตนเองได้ (เขมกร อนุภาพ, 2560) การเรียนรู้แบบชี้นำตนเองเปรียบเสมือนบริบทที่ถูกผูกไว้ ตามคำจำกัดความของ Song & Hill (2007) ในบริบทนี้สามารถอธิบายได้กว้าง ๆ ว่าเป็น “สภาพแวดล้อมที่การเรียนรู้เกิดขึ้น” อาจหมายถึงสถานที่ที่ใช้ให้เกิดการเรียนรู้ (เช่น โรงเรียนหรือนอกโรงเรียน) รูปแบบการเรียนรู้ (เช่น การเรียนแบบการพบปะแบบเห็นหน้ากันหรือแบบออนไลน์) รวมถึงปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อขอบเขตการชี้นำตนเองของผู้เรียน เช่น การสนับสนุนด้านการสอนจากครู ลักษณะของผู้เรียนและสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ของพวกเขา (Candy, 2004; Pilling-Cormick & Garrison, 2007; Song & Hill, 2007; Thomas et al. 1988) การเรียนรู้แบบชี้นำตนเองมีรูปแบบที่แตกต่างกันในบริบทที่ต่างกันในโรงเรียน ที่ยังคงสามารถเกิดขึ้นได้ในการสอนแบบครูสอน แม้ว่าอาจไม่มีการชี้นำตนเองในระดับสูงก็ตาม ตัวอย่างเช่น Thomas et al. (1988) อธิบายว่าแม้ในขณะที่ทำกิจกรรมฝึกปฏิบัติการหรือฝึกซ้อม เด็กที่ชี้นำตนเองได้จะสามารถติดตามการเรียนรู้ของเขาเอง เมื่อพวกเขาเริ่มสังเกตเห็นว่าพวกเขาไม่สามารถเข้าใจสิ่งที่สอนและไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง ผู้เรียนที่สามารถชี้นำตนเองได้อาจขอให้ครูสอนซ้ำหรือชี้แจงข้อสงสัยที่เกิดขึ้นอย่างทันทีทันใด หรือเมื่อทำกิจกรรมฝึกปฏิบัติการหรือฝึกซ้อมซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการทำงานส่วนบุคคล ก็ไม่น่าแปลกใจเช่นกันที่จะสังเกตเห็นเด็กที่ชี้นำตนเองได้จะสามารถมุ่งความสนใจไปที่งานที่กำลังทำอยู่อย่างตั้งใจ การเรียนรู้แบบนำตนเองเป็นประเด็นในการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยภายนอก เช่น กระบวนการสอนของผู้เรียน และปัจจัยภายใน เช่น ลักษณะภายในของผู้เรียน (Saks & Leijen, 2014) ที่อาจมีผลต่อความพร้อมในการเรียนรู้แบบนำตนเอง (SDLR) ทั้งนี้แนวคิดการเรียนรู้แบบนำตนเองนี้ไม่ใช่เรื่องใหม่

แต่ในประเทศไทยไม่ได้ให้น้ำหนักเพื่อใช้เป็นพื้นฐานการวิเคราะห์ผู้เรียนเพื่อใช้ในการวางแผนการเรียนการสอน การศึกษานี้จะชี้ให้เห็นถึงระดับความพร้อมและการวัดความพร้อมในการเรียนรู้แบบนำตนเองของกลุ่มตัวอย่าง และแสดงถึงความสัมพันธ์กับการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนที่เรียนวิชาคอมพิวเตอร์/วิทยาการคำนวณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในงานวิจัยทั่วไปส่วนใหญ่ถือว่าคะแนนเฉลี่ยความพร้อมในการเรียนรู้แบบนำตนเองที่มีค่าเฉลี่ยสูงนั้นเหมาะสมซึ่งสอดคล้องกับการนำแบบประเมินความพร้อมของ Fisher & King (2010) ที่ถูกนำไปใช้ในการศึกษา แต่อย่างไรก็ตามในการสำรวจโดย Devi et. al. (2012) แสดงระดับคะแนนความพร้อมในการเรียนรู้แบบนำตนเองของผู้เรียนอยู่ในเกณฑ์ไม่สูงมาก ซึ่งจากการศึกษานั้นอาจมีการนำเครื่องมืออื่นเพื่อวัดความพร้อมในการเรียนรู้แบบนำตนเองมีการจัดอันดับที่หลากหลายและเกณฑ์ให้คะแนนความพร้อมในการเรียนรู้แบบนำตนเองต่างกันโดยเฉพาอย่างยิ่งคะแนนเกินระดับขั้นต่ำสำหรับมาตรฐานเพื่อประเมินความพร้อมในการเรียนรู้แบบนำตนเองอย่างเหมาะสม เป็นต้น ผลการประเมินความพร้อมในการเรียนรู้แบบนำตนเอง หากผู้เรียนอยู่ในระดับต่ำอาจเนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น คุณลักษณะของนักเรียน ภูมิหลังทางสังคมและการศึกษา และการไม่คุ้นเคยกับกระบวนการ (Kindy et al., 2018; Madhavi & Madhavi, 2017) เพื่อให้มีความพร้อมในการเรียนรู้แบบนำตนเองที่ดีและมีความเป็นอิสระ ผู้เรียนจะต้องได้รับการส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตั้งแต่อายุยังน้อย ผู้เรียนต้องได้รับการสนับสนุนให้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเติบโตทางสติปัญญาและการทำงานของการทำงานรับรู้เพื่อช่วยควบคุมพฤติกรรม อารมณ์ แรงจูงใจ และการควบคุมตนเอง เทคนิคในการพัฒนาทักษะการนำตนเอง คือ กระบวนการสอน-การเรียนรู้แบบรายบุคคลและสัญญาการเรียนรู้ คะแนนความพร้อมในการเรียนรู้แบบนำตนเองสะท้อนถึงระดับโดยรวมของทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบนำตนเองและแสดงถึงจุดแข็งและจุดอ่อนเฉพาะของผู้เรียน

การคิดเชิงคำนวณมีสามมิติ ได้แก่ แนวคิดเชิงคำนวณ แนวปฏิบัติด้านการคำนวณ และมุมมอง

เชิงคำนวณ แนวคิดเกี่ยวกับการคำนวณ คือ แนวคิดที่ผู้เรียนใช้ในการออกแบบการทำงาน เช่น การวนซ้ำและการดำเนินการแบบคู่ขนาน แนวทางปฏิบัติด้านการคำนวณหมายถึงกระบวนการที่ผู้เรียนพัฒนาขึ้น เมื่อพวกเขามีส่วน เช่น การแก้ไขข้อบกพร่อง/การแก้ปัญหา และมุมมองด้านการคำนวณซึ่งรวมถึงการสร้างมุมมองของผู้เรียนเกี่ยวกับโลกและตนเอง สำหรับบทความนี้ ผู้เขียนจะนำเสนอองค์ประกอบของการฝึกปฏิบัติด้านการคำนวณ

เนื่องจากแสดงถึงพฤติกรรมและทักษะที่มุ่งเป้าหมายที่ประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญในการคิดเชิงคำนวณ ทักษะดังกล่าว (ดังตารางที่ 1) ตามแนวคิดของ Grover & Pea (2013) รวมถึงการคำนึงถึงประโยชน์และข้อจำกัดของทรัพยากรในสภาพแวดล้อม การจัดการกับปัญหาต่างๆ ให้กลายเป็นปัญหาที่สามารถแก้ไขได้ และการคิดแบบวนซ้ำเกี่ยวกับความถูกต้อง ประสิทธิภาพและสุนทรียศาสตร์ (Wing, 2006)

ตารางที่ 1 แนวทางปฏิบัติด้านการคำนวณและคำอธิบาย (Grover & Pea, 2013).

แนวทางปฏิบัติด้านการคำนวณ	คำอธิบาย
นามธรรมและรูปแบบ (Abstractions and Pattern)	เป็นการตรวจสอบกลุ่มรูปแบบและอธิบายอย่างชัดเจนและมีประสิทธิภาพ
การประมวลผลอย่างเป็นระบบของสารสนเทศ (Systematic processing of information)	การใช้วิทยาการศึกษาลำดับเพื่อทำความเข้าใจเหตุการณ์
ระบบสัญลักษณ์และการเป็นตัวแทน (Symbol systems and representations)	การแสดงภาพเหตุการณ์ที่เป็นนามธรรมด้วยความเป็นรูปธรรมที่เรียบง่าย
แนวคิดอัลกอริทึมของการควบคุมการไหลของกระบวนการ (Algorithmic notions of flow control)	การจัดการข้อมูลโดยใช้ขั้นตอนที่กำหนด
การแยกย่อยปัญหาเชิงโครงสร้าง (Structured problem decomposition)	การแยกย่อยปัญหาหรือระบบที่ซับซ้อนออกเป็นส่วน ๆ ให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น
การคิดแบบวนซ้ำ แบบเวียนบังเกิดและการคิดแบบขนาน (Iterative, recursive, and parallel thinking)	การคิดซ้ำเป็นรอบเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย (วนซ้ำ) คิดเกี่ยวกับการคิด (แบบเรียกซ้ำ) และความสามารถในการมุ่งความสนใจไปในทิศทางเฉพาะ (คู่ขนาน)
ตรรกะแบบมีเงื่อนไข (Conditional logic)	การยืนยันว่าการเกิดขึ้นของเหตุการณ์หนึ่งขึ้นอยู่กับเกิดขึ้นของอีกเหตุการณ์หนึ่ง
ข้อจำกัดด้านการทำงานและประสิทธิภาพ (Efficiency and performance constraints)	พิจารณาอุปสรรคและปัจจัยที่เป็นประโยชน์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการ
การแก้ไขข้อบกพร่องและการตรวจจับข้อผิดพลาดอย่างเป็นระบบ (Debugging and systematic error detection)	การมีส่วนร่วมในกระบวนการที่เป็นระบบในการค้นหาและลดข้อบกพร่อง

เนื่องจากผู้เรียนที่เพิ่งเริ่มฝึกกระบวนการคิดเชิงคำนวณมักไม่ทราบถึงกลยุทธ์ที่อยู่ในแนวทางปฏิบัติด้านคอมพิวเตอร์และจะต้องพยายามเพื่อหาทางเรียนรู้ในชั้นเรียนในการฝึกแก้ปัญหา ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีกรอบงานเพื่ออธิบายกระบวนการที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมีส่วนร่วมในการคิดเชิงคำนวณที่อาจเป็นทักษะในการจัดการคุณภาพการคิดประเภทนี้ เช่นเดียวกับกิจกรรม

การแก้ปัญหาที่ซับซ้อนอื่น การคิดเชิงคำนวณเกี่ยวข้องกับ การบูรณาการของกระบวนการต่าง ๆ เช่น การคิดเชิงนามธรรม การแยกย่อยปัญหา การแยกข้อกังวล การแก้ปัญหา การใช้การสุ่ม การออกแบบระบบ การเปลี่ยนแปลง และการจำลองวิธีแก้ปัญหา ทั้งนี้ผู้เรียนที่อาจจะเรียนในระดับต้นอาจจะมีการใช้กระบวนการเหล่านี้ลักษณะเชิงบูรณาการที่ค่อนข้างสับสนและยุ่งยาก ดังนั้นผู้สอน

จึงต้องสนับสนุนในการวางแผนความคิดเชิงคำนวณให้เป็นชุดของกระบวนการกำกับดูแลที่กำหนดเป้าหมายให้ผู้เรียนเนื่องจากเป็นแนวทางในการสอนและช่วยให้ผู้เรียนมีกลยุทธ์และชี้นำตนเองได้มากขึ้น นอกจากนี้ ผู้สอนสามารถช่วยให้ผู้เรียนกลายเป็นนักคิดเชิงคำนวณที่ “มีการควบคุม” โดยการให้ข้อเสนอแนะแก่ผู้เรียนเกี่ยวกับกระบวนการที่พวกเขาใช้เมื่อมีส่วนร่วมในกระบวนการเหล่านี้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาความพร้อมการเรียนรู้แบบนำตนเองและการคิดเชิงคำนวณในการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของการเรียนรู้แบบนำตนเองและการคิดเชิงคำนวณในการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ประชากร/กลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาที่เป็นเครือข่ายฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู คณะครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ในจังหวัดนครสวรรค์และอุทัยธานี ได้แก่ นักเรียนโรงเรียนในอำเภอเมืองนครสวรรค์ อำเภอท่าตะโก อำเภอชุมแสง และอำเภอโกรกพระ จังหวัดนครสวรรค์ และนักเรียนโรงเรียนในอำเภอทัพทัน อุทัยธานี จำนวน 3,845 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูล คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ที่กำลังศึกษาวิชาคอมพิวเตอร์/วิทยาการคำนวณ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 482 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย จากโรงเรียนมัธยมศึกษาที่เป็นเครือข่ายฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ในจังหวัดนครสวรรค์และอุทัยธานี โดยการส่งหนังสือขอเก็บข้อมูลและโรงเรียนมีการตอบกลับที่มีนักศึกษาสาขา

วิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพอยู่หลังจากนั้นคัดเลือกรายชื่อนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพจากอำเภอนั้น ๆ ที่สอนวิชาคอมพิวเตอร์/วิทยาการคำนวณ เนื่องจากเป็นวิชาที่นักเรียน (กลุ่มตัวอย่าง) กำลังเรียนอยู่ แล้วจึงได้โรงเรียน ได้รายละเอียดดังนี้ 1) จังหวัดนครสวรรค์ ประกอบด้วยอำเภอเมือง (จำนวน 1 โรงเรียน) อำเภอโกรกพระ (จำนวน 1 โรงเรียน) อำเภอชุมแสง (จำนวน 1 โรงเรียน) และอำเภอท่าตะโก (จำนวน 1 โรงเรียน) 2) จังหวัดอุทัยธานี ประกอบด้วยอำเภอทัพทัน (จำนวน 1 โรงเรียน) ทั้งนี้โรงเรียนที่ได้เป็นโรงเรียนเครือข่ายฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูคณะครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบสำรวจความพร้อมการเรียนรู้แบบนำตนเอง ปรับปรุงจาก Self-Directed Learning Readiness Scale ของ Fisher & King (2010) ประกอบด้วย 3 ปัจจัย ได้แก่ 1) คุณลักษณะด้านการจัดการตนเอง มีข้อคำถามรวม 13 ข้อ 2) คุณลักษณะด้านความต้องการในการเรียนรู้ มีข้อคำถามรวม 12 ข้อ และ 3) คุณลักษณะด้านการควบคุมตนเอง มีข้อคำถามรวม 15 ข้อ และแบบสำรวจการคิดเชิงคำนวณ (Korkmaz et al. 2017) ประกอบด้วย 4 ปัจจัย ได้แก่ 1) การสร้างสรรค์ มีข้อคำถามรวม 6 ข้อ 2) การคิดเชิงอัลกอริทึม มีข้อคำถามรวม 5 ข้อ 3) การคิดเชิงวิพากษ์ มีข้อคำถามรวม 6 ข้อ และ 4) การแก้ปัญหา มีข้อคำถามรวม 6 ข้อ

การตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยมีขั้นตอนการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยแบบสำรวจความพร้อมการเรียนรู้แบบนำตนเองและแบบสำรวจการคิดเชิงคำนวณที่นำมาใช้มีการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยหาค่าดัชนีความตรงรายข้อ (Item Content Validity Index: I-CVI) และดัชนีความตรงตามเนื้อหาทั้งฉบับ (Content Validity Index for Scale: S-CVI) ทั้งนี้ค่า I-CVI และ S-CVI ต้องมีค่าอย่างน้อย .80

ขึ้นไป (Polit et al. 2007) ผลการคำนวณค่าดัชนีความตรงรายข้อ มีค่าตั้งแต่ .75-1.00 การคำนวณค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหาทั้งฉบับของแบบสอบถามได้เท่ากับ .86 เมื่อได้ผลการคำนวณดัชนีความตรง ผู้วิจัยดำเนินการคัดเลือกข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์พิจารณา คือ มีค่าดัชนีความตรงรายข้อ (I-CVI) ตั้งแต่ .80 ขึ้นไป และวิเคราะห์ค่าความเที่ยง หลังจากที่ได้แบบสอบถามกลุ่มทดลองใช้ (Tryout) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงเชิงความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency of Reliability) โดยการใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ด้วยสูตรครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) และวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ เพื่อตรวจสอบข้อคำถามที่เหมาะสม โดยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาที่มากกว่า .80 จึงถือว่าแบบสอบถามนั้นมีคุณภาพดี ตามเกณฑ์ประเมินความเที่ยงสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคที่ George & Mallery (2010) ผลการทดสอบพบว่าค่าสัมประสิทธิ์แอลฟามีค่ามากกว่า .80 ทุกข้อ

การรวบรวมข้อมูล

เนื่องจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์นักเรียนเรียนในการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์/วิทยาการคำนวณ เพื่อให้ผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการวางแผนการเรียนการสอนและออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ต่อไป ดังนั้น ผู้วิจัยจึงขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยโดยการ

ติดต่อประสานงานกับครูผู้สอนวิชาวิทยาการคำนวณในโรงเรียนดังกล่าวเพื่อขอความร่วมมือในการเลือกกลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่ต้องการวิเคราะห์และให้นักเรียนทำแบบสอบถาม โดยผู้สอนเก็บรวบรวมข้อมูลในลักษณะแบบสอบถามออนไลน์ผ่าน Google Form ที่แสดงข้อมูลชี้แจงวัตถุประสงค์การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อให้นักเรียนสามารถมั่นใจในการตอบแบบสอบถาม และข้อมูลจะเป็นข้อมูลที่ไม่เปิดเผยและจะอยู่ที่โรงเรียนโดยผู้สอนจะจัดเก็บไว้เพื่อนำมาดำเนินการพัฒนาการเรียนการสอนหลังจากได้รับข้อมูลย้อนกลับจากผู้วิจัยต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างจำแนกตามโรงเรียน เพศ ระดับชั้นที่กำลังศึกษา ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติผู้วิจัยใช้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมานำเสนอในรูปแบบตารางและข้อความบรรยาย โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้ 1) ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน 2) ผลการตรวจสอบตัวแปรและการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ ได้แก่ ความพร้อมการเรียนรู้แบบนำตนเอง (คุณลักษณะด้านการจัดการตนเอง คุณลักษณะด้านความต้องการในการเรียนรู้ และคุณลักษณะด้านการควบคุมตนเอง) และการคิดเชิงคำนวณ (การสร้างสรรค์ การคิดเชิงอัลกอริทึม การคิดเชิงวิพากษ์ และการแก้ปัญหา)

ผลการวิจัย

จากการสำรวจ พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามประกอบด้วยนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 จำนวน 482 คน ประกอบด้วยนักเรียนโรงเรียนในอำเภอชุมแสง นครสวรรค์ 164 คน โรงเรียนในอำเภอโกรกพระ นครสวรรค์จำนวน 141 คน โรงเรียนในอำเภอท่าตะโก นครสวรรค์ จำนวน 79 คน โรงเรียนในอำเภอทัพทัน อุทัยธานี จำนวน 64 คน และโรงเรียนในอำเภอเมือง นครสวรรค์ จำนวน 34 คน ประกอบด้วยเพศชาย 163 คน และเพศหญิงจำนวน 277 คน กำลังศึกษามัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 243 คน มัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 100 คน และมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 139 คน

1) ผลการศึกษาความพร้อมการเรียนรู้แบบนำตนเองและการคิดเชิงคำนวณในการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาระดับความพร้อมในการเรียนรู้แบบนำตนเอง

ปัจจัยความพร้อมในการเรียนรู้แบบนำตนเอง	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
คุณลักษณะด้านการจัดการตนเอง (Self-Management Domain)	3.74	.725
คุณลักษณะด้านความต้องการในการเรียนรู้ (Desire for Learning Domain)	3.76	.753
คุณลักษณะด้านการควบคุมตนเอง (Self-Control Domain)	3.79	.727

ตารางที่ 2 แสดง ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนต่อความพร้อมในการเรียนรู้แบบนำตนเอง โดยรายละเอียดแยกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ คุณลักษณะด้านการควบคุมตนเอง (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.79 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ .727) คุณลักษณะด้านความต้องการในการเรียนรู้ (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ .753) และคุณลักษณะด้านการจัดการตนเอง (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.74 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ .725) ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาระดับการคิดเชิงคำนวณ

ปัจจัยการคิดเชิงคำนวณ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
การสร้างสรรค์ (Creativity)	3.63	.828
การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithm Thinking)	3.57	.820
การคิดเชิงวิพากษ์ (Critical Thinking)	3.71	.791
การแก้ปัญหา (Problem Solving)	3.48	.883

ตารางที่ 3 แสดง ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนต่อการคิดเชิงคำนวณ โดยรายละเอียดแยกเป็น 4 ด้าน เรียงตามลำดับ ได้แก่ การคิดเชิงวิพากษ์ (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.71 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ .791) การสร้างสรรค์ (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ .828) การคิดเชิงอัลกอริทึม (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ .820) และการแก้ปัญหา (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.48 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ .883)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนรายโรงเรียนต่อความพร้อมในการเรียนรู้แบบนำตนเอง

ปัจจัย	โรงเรียน	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
คุณลักษณะด้านการจัดการตนเอง	โรงเรียนในอำเภอท่าตะโก นครสวรรค์	79	3.59	.914
	โรงเรียนในอำเภอทัพทัน อุทัยธานี	64	4.26	.504
	โรงเรียนในอำเภอชุมแสง นครสวรรค์	164	3.64	.674
	โรงเรียนในอำเภอเมือง นครสวรรค์	34	3.51	.462
	โรงเรียนในอำเภอโกรกพระ นครสวรรค์	141	3.76	.699
	รวม	482	3.74	.725
คุณลักษณะด้านความต้องการในการเรียนรู้	โรงเรียนในอำเภอท่าตะโก นครสวรรค์	79	3.57	.881
	โรงเรียนในอำเภอทัพทัน อุทัยธานี	64	4.16	.550
	โรงเรียนในอำเภอชุมแสง นครสวรรค์	164	3.74	.722
	โรงเรียนในอำเภอเมือง นครสวรรค์	34	3.55	.573
	โรงเรียนในอำเภอโกรกพระ นครสวรรค์	141	3.76	.766
	รวม	482	3.76	.753
คุณลักษณะด้านการควบคุมตนเอง	โรงเรียนในอำเภอท่าตะโก นครสวรรค์	79	3.57	.856
	โรงเรียนในอำเภอทัพทัน อุทัยธานี	64	4.33	.524
	โรงเรียนในอำเภอชุมแสง นครสวรรค์	164	3.72	.705
	โรงเรียนในอำเภอเมือง นครสวรรค์	34	3.58	.502
	โรงเรียนในอำเภอโกรกพระ นครสวรรค์	141	3.79	.682
	รวม	482	3.79	.727

ตารางที่ 4 แสดง ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนรายโรงเรียนต่อความพร้อมในการเรียนรู้แบบนำตนเอง โดยรายละเอียดแยกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ คุณลักษณะด้านการจัดการตนเอง คุณลักษณะด้านความต้องการในการเรียนรู้ และคุณลักษณะด้านการควบคุมตนเอง พบว่า นักเรียนในโรงเรียนในอำเภอดำรงวิทยะ อุตสาหกรรม มีระดับความพร้อมในการเรียนรู้แบบนำตนเองทั้ง 3 ด้าน สูงกว่านักเรียนในโรงเรียนอื่น ๆ ทั้งนี้ในด้านความแตกต่างรายระดับชั้นและเพศ ผู้วิจัยได้นำเสนอไว้ที่ตารางที่ 6

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนรายโรงเรียนต่อการคิดเชิงคำนวณ

ปัจจัย	โรงเรียน	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
การสร้างสรรค	โรงเรียนในอำเภอดำรงวิทยะ นครสวรรค์	79	3.51	.894
	โรงเรียนในอำเภอดำรงวิทยะ อุตสาหกรรม	64	4.17	.628
	โรงเรียนในอำเภอดำรงวิทยะ นครสวรรค์	164	3.69	.765
	โรงเรียนในอำเภอดำรงวิทยะ นครสวรรค์	34	3.71	.500
	โรงเรียนในอำเภอดำรงวิทยะ นครสวรรค์	141	3.36	.876
	รวม	482	3.63	.828
การคิดเชิงอัลกอริทึม	โรงเรียนในอำเภอดำรงวิทยะ นครสวรรค์	79	3.43	.920
	โรงเรียนในอำเภอดำรงวิทยะ อุตสาหกรรม	64	4.34	.574
	โรงเรียนในอำเภอดำรงวิทยะ นครสวรรค์	164	3.21	.791
	โรงเรียนในอำเภอดำรงวิทยะ นครสวรรค์	34	3.58	.517
	โรงเรียนในอำเภอดำรงวิทยะ นครสวรรค์	141	3.70	.669
	รวม	482	3.57	.820
การคิดเชิงวิพากษ์	โรงเรียนในอำเภอดำรงวิทยะ นครสวรรค์	79	3.56	.861
	โรงเรียนในอำเภอดำรงวิทยะ อุตสาหกรรม	64	4.38	.527
	โรงเรียนในอำเภอดำรงวิทยะ นครสวรรค์	164	3.51	.754
	โรงเรียนในอำเภอดำรงวิทยะ นครสวรรค์	34	3.62	.595
	โรงเรียนในอำเภอดำรงวิทยะ นครสวรรค์	141	3.75	.772
	รวม	482	3.71	.791
การแก้ปัญหา	โรงเรียนในอำเภอดำรงวิทยะ นครสวรรค์	79	3.31	1.002
	โรงเรียนในอำเภอดำรงวิทยะ อุตสาหกรรม	64	4.30	.453
	โรงเรียนในอำเภอดำรงวิทยะ นครสวรรค์	164	3.05	.887
	โรงเรียนในอำเภอดำรงวิทยะ นครสวรรค์	34	3.57	.656
	โรงเรียนในอำเภอดำรงวิทยะ นครสวรรค์	141	3.68	.655
	รวม	482	3.48	.883

ตารางที่ 5 แสดง ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนรายโรงเรียนต่อความพร้อมในการคิดเชิงคำนวณ โดยรายละเอียดแยกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ การสร้างสรรค การคิดเชิงอัลกอริทึม การคิดเชิงวิพากษ์ และการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนในโรงเรียนในอำเภอดำรงวิทยะ อุตสาหกรรม มีระดับการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 ด้าน สูงกว่านักเรียนในโรงเรียนอื่น ๆ ทั้งนี้ในด้านความแตกต่างรายระดับชั้นและเพศ ผู้วิจัยได้นำเสนอไว้ที่ตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การทดสอบความแปรปรวนทางเดียวของโรงเรียน เพศและระดับชั้นต่อความพร้อมการเรียนรู้แบบชี้นำตนเองและการคิดเชิงคำนวณ

ปัจจัยความพร้อมการเรียนรู้แบบชี้นำตนเองและการคิดเชิงคำนวณ	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ANOVA โรงเรียน	t-test เพศ ชาย-หญิง	ANOVA ระดับชั้น
<i>การเรียนรู้แบบชี้นำตนเอง</i>						
1) การจัดการตนเอง	482	3.74	.725	.000	.948	.498
2) ความต้องการในการเรียนรู้	482	3.76	.753	.000	.641	.283
3) การควบคุมตนเอง	482	3.79	.727	.000	.847	.929
<i>การคิดเชิงคำนวณ</i>						
1) การสร้างสรรค์	482	3.63	.828	.000	.714	.342
2) การคิดเชิงอัลกอริทึม	482	3.57	.820	.000	.275	.558
3) การคิดเชิงวิพากษ์	482	3.71	.791	.000	.451	.763
4) การแก้ปัญหา	482	3.48	.883	.000	.059	.093

ตารางที่ 6 แสดงผลการทดสอบความแปรปรวนทางเดียวของโรงเรียน เพศและระดับชั้นต่อความพร้อมการเรียนรู้แบบชี้นำตนเองและการคิดเชิงคำนวณ พบว่า นักเรียนที่ศึกษาต่างโรงเรียนกันมีระดับการเรียนรู้แบบชี้นำตนเองและการคิดเชิงคำนวณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งนี้ในส่วนเพศและระดับชั้นของนักเรียนมีระดับการเรียนรู้แบบชี้นำตนเองและการคิดเชิงคำนวณแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2) ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของการเรียนรู้แบบนำตนเองและการคิดเชิงคำนวณในการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตารางที่ 7 ตารางแสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยความพร้อมการเรียนรู้แบบชี้นำตนเองและการคิดเชิงคำนวณ

	การจัดการตนเอง	ความต้องการในการเรียนรู้	การควบคุมตนเอง	การสร้างสรรค์	การคิดเชิงอัลกอริทึม	การคิดเชิงวิพากษ์	การแก้ปัญหา
การจัดการตนเอง	1						
ความต้องการในการเรียนรู้	.798**	1					
การควบคุมตนเอง	.779**	.783**	1				
การสร้างสรรค์	.550**	.571**	.568**	1			
การคิดเชิงอัลกอริทึม	.611**	.605**	.688**	.555**	1		
การคิดเชิงวิพากษ์	.754**	.740**	.763**	.562**	.764**	1	
การแก้ปัญหา	.518**	.441**	.527**	.356**	.687**	.646**	1

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ตารางที่ 7 พบว่า ตัวแปรความพร้อมการเรียนรู้แบบนำตนเอง (การจัดการตนเอง ความต้องการในการเรียนรู้ และการควบคุมตนเอง) และตัวแปรด้านการคิดเชิงคำนวณ (การสร้างสรรค์ การคิดเชิงอัลกอริทึม การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหา) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ สรุปได้ว่า ตัวแปรความพร้อมการเรียนรู้แบบนำตนเอง มีความสัมพันธ์พหุคูณกับตัวแปรด้านการคิดเชิงคำนวณในทุกด้าน

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า

1) นักเรียนมีความพร้อมในการเรียนรู้แบบนำตนเอง โดยแยกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ คุณลักษณะด้านการควบคุมตนเอง คุณลักษณะด้านความต้องการในการเรียนรู้และคุณลักษณะด้านการจัดการตนเอง ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการคิดเชิงคำนวณ 4 ด้าน เรียงตามลำดับ ได้แก่ การคิดเชิงวิพากษ์ การสร้างสรรค์ การคิดเชิงอัลกอริทึมและการแก้ปัญหา โดยผลการทดสอบความต่างของค่าเฉลี่ยพบว่า นักเรียนที่ศึกษาต่างโรงเรียนกัน มีระดับการเรียนรู้แบบชี้นำตนเองและการคิดเชิงคำนวณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งนี้ในส่วนเพศและระดับชั้นของนักเรียนมีระดับการเรียนรู้แบบชี้นำตนเองและการคิดเชิงคำนวณแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ โดยจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนในโรงเรียนในอำเภอทพทัน อุทัยธานี มีระดับความพร้อมในการเรียนรู้แบบนำตนเองทั้ง 3 ด้าน และมีระดับการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 ด้าน สูงกว่านักเรียนในโรงเรียนอื่น ๆ ทั้งนี้ ผลการทดสอบความต่างค่าเฉลี่ย พบว่า นักเรียนที่เรียนโรงเรียนต่างกันมีระดับการเรียนรู้แบบนำตนเองและการคิดเชิงคำนวณต่างกันด้วย มีซึ่งเป็นประเด็นที่น่าศึกษาต่อไปในอนาคต ทั้งนี้อาจจะเป็นผลเพราะสถานศึกษาหรือโรงเรียนมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้แบบนำตนเอง มีผู้ศึกษาในประเด็นนี้ได้แสดงข้อมูลว่า นักเรียนในโรงเรียนที่มีการสนับสนุนการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนรู้แบบอภิปราย แสดงความคิดเห็นที่มีการสอบถามสูงแสดงให้เห็นการเรียนรู้แบบนำตนเองที่มากขึ้นและช่วยในการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ในทางตรงกันข้ามกัน หากโรงเรียนที่เน้นการเรียนการสอนที่ไม่ได้ให้นักเรียนอภิปราย แสดงความคิดเห็นที่มีการสอบถามน้อย อาจขัดขวางการพัฒนาทักษะการเรียนรู้แบบนำตนเองซึ่งบ่งชี้ว่าสภาพแวดล้อมการศึกษาเป็นสิ่งสำคัญในการส่งเสริมนักเรียนที่สามารถสร้างการเรียนรู้แบบนำตนเอง ซึ่งในปัจจุบันยังขาดการศึกษาด้านสถานศึกษากับการเรียนแบบนำตนเองว่ามีผลต่อการเรียนรู้มากน้อยแค่ไหน อีกทั้งสถานการณ์พัฒนาทางเทคโนโลยีทำให้ครูจำเป็นต้องเปลี่ยนสถานภาพจากผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกการเรียนรู้ ดังนั้น โรงเรียนที่เป็นสถานศึกษาจึงอาจจำเป็นต้องพัฒนาหลักสูตร กระบวนการเรียนการสอนในสถานศึกษาให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางสังคม

เทคโนโลยีมากยิ่งขึ้น ซึ่งในการเรียนการสอนวิทยาการคำนวณนั้น ครูผู้สอนก็ยังใช้แนวคิดแบบการเรียนรู้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเดิม ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีปัจจุบันเน้นให้นักเรียนเรียนรู้เชิงรุก หรือ Active Learning โดยการเรียนรู้แบบนำตนเอง (SDL) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถนำตนเองได้ ในการเรียนคอมพิวเตอร์ของนักเรียนอาจจะได้รับอิทธิพลจากปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งรวมถึงบริบททางวัฒนธรรม วิธีการสอน บริบทเชิงพื้นที่ของนักเรียนซึ่งแสดงให้เห็นจากผลการวิจัยนี้ในด้านความต่างของโรงเรียน ตลอดจนความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นนั้น ผู้เรียนในพื้นที่ชนบทเมื่อครูปล่อยให้เรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อสำรวจหรือค้นหาความรู้ผ่านคอมพิวเตอร์อย่างอิสระอาจจะมีข้อจำกัดในเรื่องความสนใจและการควบคุม/ กำกับการเรียนรู้ การมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ ดังนั้นครู/ ผู้สอนต้องเน้นถึงความสำคัญของการแนะนำและการเรียนรู้ร่วมกันในการเพิ่มผลลัพธ์ให้กับการเรียนรู้แบบนำตนเอง (Taşkın Alkan & Tüzün, 2024) ในการศึกษาด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์มุ่งเน้นกรอบที่ส่งเสริมการเรียนรู้แบบนำตนเองโดยจะเน้นการจัดระเบียบเนื้อหาที่มีโครงสร้างและวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถจัดการกับงานที่ซับซ้อนและเรียนรู้จากความล้มเหลวได้ (van Zyl, 2024) นอกจากนี้พฤติกรรมการเรียนรู้แบบนำตนเองในบริบทการออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยแสดงให้เห็นรูปแบบการมีส่วนร่วมที่แตกต่างกัน โดยนักเรียนที่มีส่วนร่วมอย่างเต็มที่อันเป็นการแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่เหนือกว่าและความสามารถในการรับรู้การเรียนรู้แบบนำตนเอง (Liu et al., 2023) อีกทั้งในปัจจุบันการบูรณาการของปัญญาประดิษฐ์ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้แบบนำตนเองโดยส่งเสริมแรงจูงใจและประสิทธิภาพในการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถทวนสอบคำตอบหรือแนวคิดได้ด้วยตนเอง (Yildirim et al., 2023) ซึ่งโดยรวมแล้ว การศึกษาด้านการเรียนรู้แบบนำตนเองมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียนและยังเป็นหัวข้อหนึ่งในการประเมินการสอนของครูที่จะเลื่อนวิทยฐานะด้วย

2) มีความสัมพันธ์ของการเรียนรู้แบบนำตนเอง (คุณลักษณะด้านการควบคุมตนเอง คุณลักษณะด้าน

ความต้องการในการเรียนรู้และคุณลักษณะด้านการจัดการตนเอง) และการคิดเชิงคำนวณ (การสร้างสรรค์ การคิดเชิงอัลกอริทึม การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหา) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งให้เห็นว่าการเรียนรู้แบบนำตนเองสามารถส่งเสริมการพัฒนาความสามารถการคิดเชิงคำนวณได้ เนื่องจากนักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติที่ดำเนินการควบคุมตนเอง ซึ่งสะท้อนกระบวนการของการคิดเชิงคำนวณ (Pasterk & Benke, 2024) โดยการเรียนรู้แบบค้นพบซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้แบบนำตนเองช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อนักเรียนแสดงความสามารถในการเรียนรู้ที่ควบคุมตนเองสูง (Hariyani et al. 2024) และการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองเป็นแนวคิดจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยการสร้างแรงจูงใจในการเรียน สนใจใฝ่รู้ มีความรับผิดชอบ คิดวิเคราะห์ แก้ไขปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ ปัจจุบันและอนาคตตลอดจนการเปลี่ยนแปลงทางสังคม เทคโนโลยีและสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป (นิตยา เพ็ญศิริรักษา, 2565)

ในปัจจุบันเครื่องมือปัญญาประดิษฐ์ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น ChatGPT Google Translate หรือโปรแกรมประยุกต์แบบสร้างสรรค์สามารถสนับสนุนการเรียนรู้แบบนำตนเองได้ โดยการปรับประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน แม้ว่าอาจนำไปสู่การพึ่งพาเทคโนโลยีมากเกินไปที่อาจส่งผลต่อผลการเรียนรู้ระยะยาวได้ (Ouazaki et al. 2024) ทำให้ความพร้อมการเรียนรู้แบบนำตนเองมีความสัมพันธ์กับการคิดเชิงคำนวณ (ตารางที่ 7) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zhou et al. (2023) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบนำตนเองของนักเรียนระดับมัธยมปลาย มีอิทธิพลในเชิงบวกกับทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการตนเอง โดยมีการยกประเด็นด้านการใช้เทคโนโลยีมากเกินไปอาจจะมีผลต่อระดับการควบคุมตนเองในการเรียนรู้ ซึ่งผลการวิจัยพบว่าการเรียนรู้แบบนำตนเองช่วยเพิ่มทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ สิ่งนี้ชี้ให้เห็นว่าเมื่อนักเรียนรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเองพวกเขาจะสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาที่จำเป็นซึ่งมีความสำคัญในการศึกษา

ได้ดีขึ้น

นอกเหนือจากการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณแล้ว ผลการวิจัยยังรายงานว่าประสิทธิภาพตนเองของนักเรียนเพิ่มขึ้นจะเกี่ยวกับความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งหมายความว่านักเรียนไม่เพียงแต่พัฒนาทักษะของตนเองเท่านั้น แต่ยังรู้สึกมั่นใจในความสามารถในการนำทักษะเหล่านี้ไปใช้ในบริบทต่าง ๆ มากขึ้นอีกด้วย นอกจากนี้ การเรียนรู้แบบนำตนเองเป็นกลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในนักเรียนมัธยมโดยมีส่วนช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับเนื้อหาการเรียนอย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้นอันนำไปสู่ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ดีขึ้น

นอกจากนี้การเรียนรู้แบบนำตนเองเป็นองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้ที่นักเรียนกระตือรือร้น ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ ส่งเสริมความเป็นอิสระและการมีส่วนร่วมผ่านวิธีการหรือกลยุทธ์ต่าง ๆ เช่น การเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในมิติต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นแบบผสมผสานหรือไฮบริดหรือแบบออนไลน์ (Nayak & Belle, 2020) ซึ่งต้องอาศัยการเรียนรู้แบบนำตนเองในการส่งเสริมปฏิสัมพันธ์และแรงจูงใจที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถจัดการประสบการณ์การเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Bosch & Laubscher, 2022) ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Claudian, 2023) นอกจากนี้ การเรียนรู้แบบนำตนเองยังเชื่อมโยงกับแนวทางที่สร้างสรรค์ซึ่งนักเรียนมีส่วนร่วมอย่างมากในการวางแผน การนำไปใช้ และการประเมินกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนเองโดยจะช่วยเหลือเตรียมนักเรียนไปสู่บุคลากรที่มีการเรียนรู้ตลอดชีวิตได้ (Chen, 2024) และสิ่งสำคัญในการศึกษาการเรียนรู้แบบนำตนเองนั้นคือในปัจจุบันเกณฑ์การประเมินวิทยฐานะตามหลักเกณฑ์ วPA ตำแหน่งครู (ว9/2564) กำหนดไว้ในส่วนตัวชี้วัดทักษะการจัดการเรียนรู้และการจัดการชั้นเรียน ว่าครูต้องแสดงให้เห็นถึง “ผู้เรียนสามารถกำกับการเรียนรู้ และมีการเรียนรู้แบบนำตนเอง” ได้ (สำนักงาน ก.ค.ศ. กระทรวงศึกษาธิการ [กคศ ศธ], 2564) ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูจำเป็นต้องพัฒนาและหาวิธีการในการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนนำตนเองได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ผู้สอนและ/หรือโรงเรียนสามารถนำแบบประเมิน/หรือผลการวิจัยไปใช้ในการวางแผน ออกแบบและ พัฒนาการเรียนการสอนที่ส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้ แบบนำตนเองของนักเรียนต่อไป

1.2 ผู้สอนสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการ นำไปใช้เป็นประเด็นท้าทายในการพัฒนาวิทยฐานะ การทำ วิจัยในชั้นเรียนและการส่งเสริมนักเรียนให้มีความสามารถ ในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการทบทวนวิจัยในครั้งต่อไป

การศึกษาครั้งต่อไปควรมีการเก็บข้อมูลระยะยาว อาทิเช่น 1 ภาคการศึกษา โดยการเก็บข้อมูลก่อนและ หลังการจัดการเรียนรู้เพื่อแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการหรือ การเปลี่ยนแปลงของนักเรียน นอกจากนี้หากต้องการ ให้มีระบบการประเมินที่เป็นเครื่องมือดิจิทัล ควรมี การพัฒนาเป็นแพลตฟอร์มเพื่อช่วยในการพยากรณ์ การเรียนรู้ได้นำเอาปัจจัยการเรียนรู้แบบนำตนเองมาเป็น ตัวช่วยในการพยากรณ์ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- เชมกร อนุภาพ (2560) การใช้การเรียนรู้แบบนำตนเองเพื่อพัฒนาการเรียนรู้วิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต] <https://libdoc.dpu.ac.th/thesis/160227.pdf>
- นิตยา เพ็ญศิริธนา (2565) การเรียนรู้ด้วยการนำตนเองสำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์สุขภาพ. *วารสารสภาการสาธารณสุขชุมชน*. 4(3), 115-128
- วีรพล แก้วพันธำ, จิระวรรณ ยืนยง และพรชัย พันธุ์วิเศษ. (2564). การศึกษาความสามารถในการเรียนรู้แบบนำตนเองในแต่ละช่วง อายุของนักศึกษาวิทยาลัยชุมชนสระแก้วผ่านการเรียนรู้แบบออนไลน์ในสถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 6(1), 98-112.
- สำนักงาน ก.ค.ศ. กระทรวงศึกษาธิการ (2564) *คู่มือการดำเนินการตามหลักเกณฑ์และวิธีการประเมินตำแหน่งและวิทยฐานะ ข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาตำแหน่งครู*. https://otepc.go.th/images/00_YEAR2564/03_PV1/1Mv9-2564.pdf
- Ananiadou, K. & Claro, M. (2009), *21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries*. OECD Education Working Papers, No. 41, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/218525261154>
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). *Defining twenty-first century skills*. In Griffin, P., McGaw, B. & Care, E. (Eds.), *Assessment and teaching of 21st century skills*. Springer
- Bosch, C. & Laubscher, D. (2022). Promoting Self-Directed Learning as Learning Presence through Cooperative Blended Learning. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*. 21. 17-34. <https://www.ijlter.org/index.php/ijlter/article/view/6962>
- Brockett, R.G., & Hiemstra, R. (1991). *Self-direction in adult learning: Perspectives on theory, research, and practice*. Routledge.
- Candy, P. C. (1991). *Self-direction for lifelong learning: A comprehensive guide to theory and practice*: Jossey-Bass .
- Candy, P. C. (2004). *Linking thinking: Self-directed learning in the digital age*. Commonwealth of Australia, Department of Education, Science and Training.
- Chen, G. (2024). The Significance of Self-Directed Learning in Adult Lifelong Education. *Communication & Education Review*. 5(2). <https://doi.org/10.37420/j.cer.2024.022>
- Dede, C. (2009). *Comparing frameworks for “21st century skills”*. http://www.watertown.k12.ma.us/dept/ed_tech/research/pdf/ChrisDede.pdf

- Devi, V., Devan, D., Chen Soon, P., and Han, W.P. (2012) Comparison of self-directed learning readiness among students experiencing hybrid and traditional curriculum. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 6(6), 1047-1050. <https://doi.org/JCDR/2012/4084:2323>
- Dewey, J. (1915). *Democracy and Education*. Macmillan.
- Fisher M.J. & King J. (2010) The self-directed learning readiness scale for nursing education revisited: a confirmatory factor analysis. *Nurse Educ Today*. (30), 44–48. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2009.05.020>
- Garrison, D. R. (1997). Self-directed learning: Toward a comprehensive model. *Adult Education Quarterly*, 48(1), 18–33.
- George, D., & Mallery, P. (2010). *SPSS for windows step by step: a simple guide and reference, 17.0 update* (10th ed.). Allyn & Bacon.
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K–12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42 (1), 38-43. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Hariyani, L., Yurniwati, Y., and Utami, A.W. (2024). The Effect Of Discovery Learning In Mathematics Learning On Computational Thinking In Terms Of Self-Regulated Learning (Srl) In Student. *Jurnal Elementaria Edukasia*, <https://doi:10.31949/jee.v7i2.9551>
- Kindy, S., Kindy, F., & Kindy, A.A.I. (2018) The advantages and disadvantages of self-directed learning: a survey - study of Saudi medical students. *MedEdPublish*. 7:58 <https://doi.org/10.15694/mep.2018.0000058.1>
- Korkmaz, Ö., Çakir, R., & Ozden, M. (2017). A validity and reliability study of the Computational Thinking Scales (CTS). *Computers in Human Behavior*, 72. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.005>
- Lavigne, H. J., Lewis-Presser, A., & Rosenfeld, D. (2020). An exploratory approach for investigate the integration of computational thinking and mathematics for preschool children. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 36(1), 63–77. <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1693940>
- Liu, B., Gui, W., Gao, T., Wu, Y. & Zuo, M. (2023) Understanding self-directed learning behaviors in a computer-aided 3D design context, *Computers & Education*, Volume 205, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104882>
- Madhavi, K.V.P. & Madhavi, B. (2017) Readiness for self-directed learning among undergraduate medical students of Andhra Medical College, Visakhapatnam. *International Journal of Community Medicine And Public Health*, 4(8), 2836–2840. <https://doi.org/10.18203/2394-6040.ijcmph20173332>
- Nayak, M.K. & Belle, V.S. (2020). Various methods of self-directed learning in medical education. *MediSys Journal of Medical Sciences*. 1(1):15-22. <https://doi.org/10.51159/MediSysJMedSci.2020.v01i01.004>
- Ouaazki, A., Bergram, K., Farah, J.C., Gillet, D., and Holzer, A. (2024). Generative AI-Enabled Conversational Interaction to Support Self-Directed Learning Experiences in Transversal Computational Thinking. *The 6th ACM Conference on Conversational User Interfaces (CUI '24)*. Association for Computing Machinery. (1–12). <https://doi.org/10.1145/3640794.3665542>
- Papert, S. (1993). *The Children's Machine: Rethinking school in the age of the computer*. Basic Books.
- Pasterk, S. and Benke, G. (2024). Computational Thinking for Self-Regulated Learning. *The 2024 on Innovation and Technology in Computer Science Education V. 1 (ITICSE 2024)*. Association for Computing Machinery, (640–645). <https://doi.org/10.1145/3649217.3653565>
- Pilling-Cormick, J., & Garrison, D. R. (2007). Self-directed and self-regulated learning: Conceptual links. *Canadian Journal of University Continuing Education*, 33(2) 13–33. <https://doi.org/10.21225/D5S01M>
- Polit, D. F., Beck, C. T., & Owen, S. V. (2007). Is the CVI an acceptable indicator of content validity? Appraisal and recommendations. *Research in Nursing & Health*, 30(4):459-67. <https://doi:10.1002/nur.20199>

- Saks, K. & Leijen A. (2014) Distinguishing self-directed and self-regulated learning and measuring them in the E-learning context. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. (112) 190-198. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1155>
- Sefton-Green, J. (2004). *Literature review of informal learning with technology outside school*. Futurelab.
- Seherrie, A. C. (2023). *Promoting Policy Perspectives on Self-Directed Learning as a Transformative Strategy for Higher Education*. In D. Mncube & M. Maphalala (Eds.), *Advancing Self-Directed Learning in Higher Education* (pp. 77-94). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-6772-5.ch005>
- Song, L., & Hill, J. R. (2007). A conceptual understanding of self-directed learning in online environments. *Journal of Interactive Online Learning*, 6(1), 27 – 41.
- Tang, K. Y., Chou, T. L., & Tsai, C. C. (2020a). A content analysis of computational thinking research: An international publication trends and research typology. *The Asia-Pacific Education Researcher*. 29(1),9–19. <https://doi.org/10.1007/s40299-019-00442-8>
- Tang, X., Yin, Y., Lin, Q., Hadad, R., & Zhai, X. (2020b). Assessing computational thinking: A systematic review of empirical studies. *Computers & Education*. (148) <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103798>
- Taşkın Alkan, B., Tüzün, H. (2024). A narrative of meeting a computer: A cognitive-ethnographic study of self-directed computer learning. *Educ Inf Technol*. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12748-2>
- The Partnership for 21st Century Skills. (2011). *P21 Common Core Toolkit: A Guide to Aligning the Common Core State Standards with the Framework for 21st Century Skills*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED543030.pdf>
- Thomas, J. W., Strage, A., & Curley, R. (1988). Improving self-directed learning: Issues and guidelines. *The Elementary School Journal*, 88(3), 313 – 326.
- Warschauer, M. (2011). *Learning in the cloud: How (and why) to transform schools with digital media*. Teachers College Press.
- Wing, J. M. (2006). A vision for the 21st century: Computational thinking, *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Wurman, Z. & Donovan, W. (2020). Breaking the code: The state of computer science education in American's public schools. *White Paper, Pioneer Institute: Public Policy Research*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED605364.pdf>
- Van Zyl, S. (2024). A Framework for Developing Deeper Self-Directed Learning in Computer Science Education. In C. Bosch, L. Goosen, & J. Chetty (Eds.), *Navigating Computer Science Education in the 21st Century* (pp. 66-88). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-1066-3.ch004>
- Yildirim, Y., Camci, F., & Aygar, E. (2023). *Advancing Self-Directed Learning Through Artificial Intelligence*. In D. Mncube & M. Maphalala (Eds.), *Advancing Self-Directed Learning in Higher Education* (pp. 146-157). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-6772-5.ch009>
- Zhou, Q., Luo, X., Dong, Y., Khalid, F., and Ma. H. (2023). The Effectiveness of Self-Directed Learning in Developing Computational Thinking of Middle School Students. *The 14th International Conference on Education Technology and Computers (ICETC '22)*. Association for Computing Machinery, (403–406). <https://doi.org/10.1145/3572549.3572613>