

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม (Constructionism) ด้วยกล่องสมองกล IPST-MicroBOX เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม (Constructionism)
 - 1.1 ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม
 - 1.2 แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม
 - 1.3 แนวทางการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม
 - 1.3.1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 1.3.2 บรรยากาศการเรียนรู้
 - 1.3.3 เครื่องมืออุปกรณ์
 - 1.3.4 การประเมินผลการเรียนรู้
 - 1.3.5 ผลที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. กล่องสมองกล IPST-MicroBOX
 - 2.1 ส่วนประกอบของกล่องสมองกล IPST-MicroBOX
 - 2.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมสำหรับ IPST-MicroBOX
3. ทักษะการเขียนโปรแกรม
 - 3.1 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม
 - 3.2 การประเมินทักษะการเขียนโปรแกรม
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
5. กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม (Constructionism)

1. ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม

ทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการศึกษาในยุคปัจจุบันที่ให้ความสำคัญในเรื่องของการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี ซึ่งนักการศึกษาได้ให้นิยามความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม ไว้ดังต่อไปนี้

Seymour Papert (1980 อ้างอิงใน สุชิน เพ็ชรภักษ์, 2544, หน้า 16-17) ได้ให้นิยามไว้ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม หมายถึง นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นด้วยตนเองและต้องลงมือสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมา เพื่อที่สัมผัสได้ มีผลทำให้เกิดการใช้ความคิด มีความกระตือรือร้น มีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้อย่างจริงจัง และรู้ว่าตนเองรู้เพียงพอเพียงใด รวมทั้งสามารถใช้สิ่งที่สร้างขึ้นมาเป็นการสร้างสรรค์ความคิดใหม่ๆ ต่อไปไม่มีที่สิ้นสุด

สุชิน เพ็ชรภักษ์ (2544) ได้ให้นิยามไว้ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม เป็นทฤษฎีที่นักเรียนเป็นฝ่ายสร้างความรู้ขึ้นด้วยตนเอง มิใช่ได้มาจากครู และในการสร้างความรู้นั้นนักเรียนจะต้องลงมือสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมา โดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยี ซึ่งการสร้างสิ่งที่จับต้องได้ หรือสามารถมองเห็นได้จะมีผลทำให้นักเรียนต้องใช้ความคิด มีความกระตือรือร้น มีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองอย่างจริงจัง

บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ (2546) ได้ให้นิยามไว้ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม เป็นการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยวัสดุ สื่อเทคโนโลยี บรรยากาศและสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้หรือบริบททางสังคมที่ดี ซึ่งทำให้มีการสร้างความรู้ขึ้น โดยบรรยากาศและสภาพแวดล้อมต้องมีความหลากหลาย (Diversity) มีทางเลือก (Choice) และมีความเป็นกันเอง (Congeniality)

พารณ อิศรเสนา ณ อยุธยา (2548) ได้ให้นิยามไว้ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม เป็นแนวคิดทฤษฎีที่มุ่งเน้นการเรียนรู้จากการปฏิบัติ โดยนักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีนั้นเกิดจากการนำเรื่องที่เด็กชอบมา让孩子ทำ (Construct) โดยบูรณาการวิชาการและเรื่องที่ควรเรียนรู้ต่างๆ เข้าไป ซึ่งใช้หลักการเรียนรู้ในลักษณะ Learner Centered Learning, Technology Integrated for Life Long Learning

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงขอเรียกทฤษฎี Constructionism ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม ตามคำอ่านภาษาอังกฤษ เพราะการแปลความหมายของศัพท์คำว่า Constructionism มีการแปลความหมายอย่างเช่น ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา วิชาคุณธรรมนิยม ทฤษฎีบูรณาการความรู้ ทฤษฎีสรรคนิยม และทฤษฎีการเรียนรู้คิดเองสร้างเอง โดยผู้วิจัยได้ให้คำจำกัดความของทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม ว่าเป็นทฤษฎีการศึกษาที่มีพื้นฐานแนวคิดให้นักเรียน

สร้างความรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติ (Learning by Doing) ในเรื่องที่นักเรียนชอบและสนใจ โดยใช้สื่อและเทคโนโลยีในการสร้างสรรค์ผลงานออกมาเป็นรูปธรรม ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่หลากหลายและเหมาะสมกับนักเรียน โดยผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกและสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ดี

2. แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2556, หน้า 1-2) กล่าวถึง แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม ว่า Media Lab Constructionism ได้พัฒนาและคิดค้นขึ้น โดย ศาสตราจารย์ Seymour Papert แห่ง Massachusetts Institute of Technology (MIT) ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นแนวคิดที่พัฒนาต่อยอดมาจากทฤษฎี Constructivism ของ Jean Piaget (1967) นักญาณวิทยา (Epistemologist) ชาวสวิสเซอร์แลนด์ ทฤษฎี Constructivism เป็นทฤษฎีพื้นฐานสำคัญของการพัฒนาการเรียนรู้ของมนุษย์

ทฤษฎี Constructivism ของ Jean Piaget ได้อธิบายเรื่องความเข้าใจของมนุษย์เกี่ยวกับสิ่งใดๆ จะเกิดจากการสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตัวผู้เรียนเอง โดยไม่รับเอาความรู้ของผู้อื่นมาเป็นความรู้ของตนเองตามแบบการลำเนาเอกสาร ดังนั้น สิ่งที่ผู้เรียนใช้ในการตีความสิ่งที่ได้รู้มานั้นถูกกำหนดโดย Schema ของตนเอง เมื่อตีความเสร็จแล้ว Schema ของผู้เรียนจะมีการปรับเปลี่ยน และมีความซับซ้อนมากขึ้น แต่จะมากขึ้นหรือน้อยลงนั้นขึ้นอยู่กับสถานการณ์ในแต่ละเรื่อง

Piaget (1967) สรุปว่า การสร้างคำตอบจากประสบการณ์ของตนเอง (ผู้เรียน) นั้นเป็นผลของกระบวนการดูดซึม (Assimilation) คือ การสร้างคำตอบที่สามารถเชื่อมโยง เข้ากับประสบการณ์ และความเข้าใจเดิมที่อยู่แล้ว สำหรับเด็ก การสร้างคำตอบทำให้สามารถดูดซึมเข้าไปใน Schema ของเขาโดยไม่เกิดความขัดแย้ง

การต่อต้านการเปลี่ยนแปลงเป็นธรรมชาติของมนุษย์ แต่เมื่อพบสิ่งที่ขัดแย้งกับกระบวนการคิดของตนเมื่อสะสมเข้ามามากๆ ในที่สุดก็จะเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลง ซึ่ง Piaget เรียกว่า การปรับโครงสร้าง (Accommodation) สิ่งที่ขัดแย้งเหล่านี้ ก่อเกิดขึ้นในความคิดมากเข้าจะส่งผลให้ Schema ของผู้เรียนขาดความสมดุลและเมื่อถึงจุดๆ หนึ่งก็จะเกิดการปรับโครงสร้างผลที่ได้คือ Schema ใหม่ที่สนับสนุนแนวคิดใหม่การปรับโครงสร้างจากแบบเก่าไปเป็นแบบใหม่นี้ มักจะใช้เวลาไม่นาน

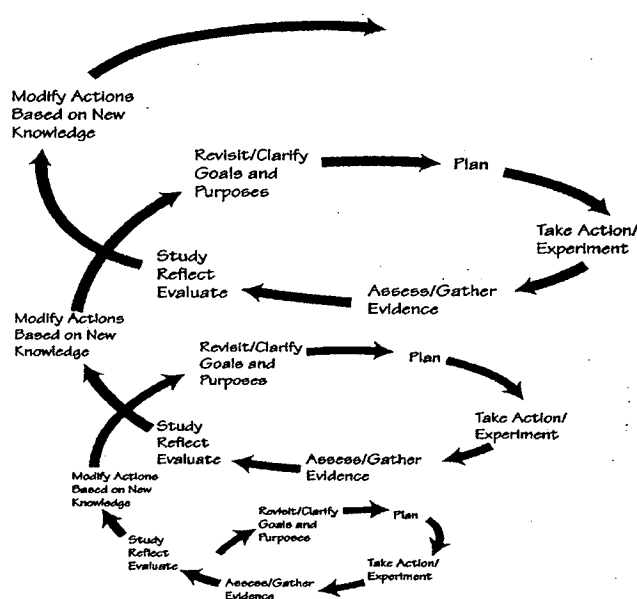
กระบวนการดูดซึมและปรับโครงสร้างนี้ Piaget คิดว่าเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นกับผู้ใหญ่ด้วย แต่ผลจะไม่ชัดเจนและรวดเร็วเหมือนเด็ก เพราะ Schema ของผู้ใหญ่มีความซับซ้อนมากกว่าและค่อนข้างจะอยู่ตัว ทำให้ผู้ใหญ่มัก “หาที่ลง” ให้กับสิ่งต่างๆ ได้มากขึ้น การปรับโครงสร้างจึงเกิดได้ไม่บ่อยนัก

ทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม นั้น Seymour Papert ได้เพิ่มเติมจาก Constructivism ว่ากระบวนการเรียนรู้แบบที่ Piaget อธิบายไว้นั้นเกิดขึ้นได้ดีเป็นพิเศษ ในขณะที่ผู้เรียนสร้างชิ้นงานเป็นรูปธรรมจับต้องได้ ไม่ว่าชิ้นงานนั้นจะเป็นเรียงความ ตีกล่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ หุ่นยนต์ บทเพลง หรืออะไรก็ได้ที่ทำออกมาแล้วผู้อื่นเห็นเป็นรูปธรรม เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้พื้นฐานที่ Constructivism กล่าวถึงนั้น มีลักษณะเป็นวัฏจักร ดังนี้

1. ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นจากสภาพแวดล้อมของเขา (เช่น พบเห็นสิ่งใหม่ หรือต้องการทำอะไรบางอย่าง)
2. ผู้เรียนคิดวิธีตอบสนองการกระตุ้นที่ได้รับโดยใช้ Schema ที่ตนมีอยู่
3. ผู้เรียนแสดงเพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้าตามที่ได้คิดไว้
4. ผลที่เกิดขึ้นจะสะท้อนกลับมาที่ผู้เรียน เกิดเป็นการกระตุ้นในรอบใหม่ และวนกระบวนการกลับไปยังข้อที่ 1

ในขั้นตอนแต่ละรอบนั้น ข้อ 2 จะมีโอกาสดีที่สุดในการนำไปสู่กระบวนการดูดซึม (Assimilation) หรือกระบวนการปรับโครงสร้าง (Accommodation) ซึ่งเป็นกระบวนการพื้นฐานของ Constructivism ที่ทำให้เกิดการพัฒนาความรู้ความเข้าใจของมนุษย์

ทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม แสดงให้เห็นว่าการที่ผู้เรียนได้สร้างชิ้นงานที่เป็นรูปธรรมนั้นจะช่วยให้วัฏจักรการเรียนรู้เกิดขึ้นได้ดีเป็นพิเศษ ซึ่งแนวความคิดดังกล่าวจะสอดคล้องกับแนวความคิดของ Peter M. Senge แห่ง Sloan School - MIT ที่กล่าวว่าการเรียนรู้นั้นเป็นเหมือนรูปก้นหอยเจดีย์ทราย (Spiral Model) ที่แต่ละรอบการเรียนรู้จะนำไปสู่การเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ต่อเนื่องกันไปไม่สิ้นสุด ดังภาพ 1



ภาพ 1 ความต่อเนื่องของการพัฒนาความรู้ของมนุษย์

Seymour Papert (1980) มีความเชื่อมั่นว่า เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้กระบวนการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม เกิดขึ้นได้อย่างแพร่หลายและเกิดขึ้นได้กับองค์ความรู้ในหลากหลายสาขาวิชา จึงออกแบบเทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม เช่น โลโก (Logo) ภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับเด็ก ชุดสมองกลหุ่นยนต์สำหรับเด็ก (Programmable Bricks) การถ่ายภาพดิจิทัลและสื่อข่าว (Digital Photography and Journalism) และร่วมมือกับ Nicholas Negroponte จัดตั้งโครงการ One Laptop per Child (OLPC) เพื่อออกแบบคอมพิวเตอร์พกพาสำหรับการเรียนรู้ของเด็กโดยเฉพาะ

สุชิน เพ็ชรรักษ์ (2544) กล่าวถึง ทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม ว่า ยึดหลักการที่ว่า การเรียนรู้ที่ทำให้มีพลังทางความคิดมากที่สุดเกิดเมื่อนักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างสิ่งที่มีความหมายต่อตนเอง สร้างสิ่งที่น่าสนใจและสนใจไม่มีใครบงการหรือกำหนดได้ว่าสิ่งใดคือสิ่งที่มีความหมายของอีกคนหนึ่ง ดังนั้น การมีทางเลือกว่าทำอะไรได้มากน้อยเท่าใด นักเรียนเต็มใจที่มีส่วนร่วมและทำงานนั้นๆ และการที่นักเรียนสามารถเชื่อมโยงที่ลงมือทำได้เท่าใด นักเรียนก็สามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมได้มากเท่านั้น นับเป็นการดูดซึมความรู้ (Assimilation of Knowledge) และยิ่งไปกว่านั้น คือ การที่บุคคลนั้นสามารถเชื่อมโยงความรู้เข้าด้วยความเอาใจใส่ ทำให้เกิดประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งที่มีความหมายและยาวนาน

ทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม เป็นการเรียนรู้ด้วยการลงมือทำเองจึงทำให้นักเรียนรู้จริง เพราะเห็นผลจากการทำไปเรียนไป จึงเป็นวิธีการสอนผู้จัดทำที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้เริ่มจากคิดถึงสิ่งที่อยากทำ หรืออยากสร้างขึ้นก่อนแล้วคำสิ่งที่ก่อให้เกิดสิ่งนั้น จึงตามมา โดยพยายามใช้คำสิ่งที่สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่องราวหรือสิ่งที่คิดอยากสร้างขึ้น ทางแนวคิดดังกล่าวเป็นการกำหนดให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ นักเรียนเป็นศูนย์กลาง หมายถึง การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสวงหาและค้นพบสิ่งที่ไม่เคยรู้มาก่อนด้วยนักเรียน เพื่อให้มีนิสัยเคยชินที่หาความรู้ด้วยตนเองตลอดไป หากกระบวนการศึกษามีส่วนร่วมสร้างนิสัย การรู้จักที่เรียนรู้ต่อไปเรื่อยๆ เกิด “สังคมเรียนรู้” (Knowledge Society) สังคมในอนาคตมีอัตราการรู้หนังสือ (Literacy Rate) อัตราการรู้คิด (Mental Literacy Rate) อัตราการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพิ่มขึ้น

ทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม นั้นยอมรับกรอบความคิดที่ว่านักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ ด้วยตนเอง แต่เพิ่มเติมต่อไปอีกว่าในการสร้างความรู้ (ซึ่งอยู่ในสมอง) นั้นได้ผลดีขึ้นเมื่อนักเรียนได้ลงมือสร้างสิ่งที่เป็นจริงในโลกภายนอกเหมือนกับที่เด็กๆ ใช้ของเล่นสร้างสิ่งต่างๆ ขึ้นมานั้นเองนั้น คือการสร้างสิ่งที่ปรากฏให้เห็นได้หรือนำไปสู่การแลกเปลี่ยนกันได้นั้น ทำให้สามารถทวนสอบได้ว่าการคิดถูกต้องแล้วมากน้อยเพียงใด และสิ่งที่สร้างขึ้นมานั้นก็กลายเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการปรับเปลี่ยนความคิดต่อไปอีกเป็นวงจรที่ต่อเนื่อง เสริมรับซึ่งกันและกันไปไม่มีที่สิ้นสุด

โรงเรียนดรุณสิกขาลัย (2556) กล่าวว่า แนวคิดสำคัญของทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม คือ

1. เริ่มที่นักเรียนต้องอยากรู้ อยากรูจะเรียน อยากรูจะทำก่อน จึงจะเป็นตัวเร่งให้เขาขับเคลื่อน เกิดความรู้ลึกเป็นเจ้าของ (ownership)
2. ใช้ความผิดพลาดเป็นบทเรียน เป็นแรงจูงใจภายใน (internal motivation) ให้เกิดการสร้างสรรค์ความรู้
3. การเรียนรู้เป็นทีม (team learning) จะดีกว่าการเรียนรู้คนเดียว
4. เป็นการเรียนรู้วิธีการเรียนรู้ (Learning to learn) ไม่ใช่การสอน

ดังนั้น การจัดการส่งเสริมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม จึงควรเป็นไปในลักษณะที่นักเรียนแต่ละคนมีโอกาสลงมือสร้างสิ่งต่างๆ ที่ตนเองเลือก ค่อยๆ แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นไปเป็นตามลำดับจนบรรลุเป้าหมายที่กำหนดเอง นำความคิดและผลงานของตนเองมาวิเคราะห์และแลกเปลี่ยนกับผู้อื่นอย่างเปิดเผยและจริงใจอย่างต่อเนื่อง โดยครู

ที่เข้าใจกระบวนการเรียนรู้อย่างดี เอาใจใส่นักเรียนแต่ละคนอย่างใกล้ชิด คอยให้การสนับสนุน และสามารถเรียนรู้ร่วมกับนักเรียนได้

3. แนวทางการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม

3.1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม ไม่มีการระบุขั้นตอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แน่นอน ขึ้นอยู่กับบริบทของสถานศึกษา ดังนั้น ผู้วิจัยจึงขอเสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางของสถานศึกษาได้ดำเนินการจนประสบผลสำเร็จ ดังต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระเจ้าเล้าธนบุรี (2546) ระบุว่า วิธีการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม นั้นเป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนมีการเรียนรู้จากการสร้างสิ่งที่มีความหมายกับตนเอง ดังนั้น ครูเองควรมีหลักในการสอนเพื่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่ดีแก่นักเรียน โดยมีขั้นตอนหลักๆ ในการถ่ายทอดความรู้ ดังนี้

1. มีการแนะนำตนเอง เป็นการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครูและนักเรียน หลังจากนั้นมีการพูดคุยเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องที่จะเรียน เป็นการแนะแนวทางและบอกเป้าหมายให้นักเรียนทราบ

2. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง คือ ให้นักเรียนได้รับโอกาสลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง การให้นักเรียนลงมือปฏิบัตินั้นอาจมีความแตกต่างกันบ้างในขั้นตอน โดยพิจารณาจาก

2.1 พื้นฐานของนักเรียน ในกรณีที่นักเรียนมีพื้นฐานน้อยหรือไม่มีพื้นฐานมาก่อนก็ควรสอนพื้นฐานที่จำเป็นและพอเพียงกับนักเรียน หลังจากนั้นให้นักเรียนได้ลงปฏิบัติด้วยตนเองซักระยะหนึ่งแล้วจึงค่อยให้นักเรียนคิดหัวข้อที่อยากจะทำ หรือถ้านักเรียนมีพื้นฐานมาแล้วก็ให้คิดหัวข้อที่อยากจะทำและให้ลงมือปฏิบัติเลย

2.2 ลักษณะกลุ่ม แบ่งได้ 2 ลักษณะตามกลุ่มทำงานคือ งานที่ทำคนเดียว และงานที่ทำเป็นกลุ่ม ในกรณีที่เป็นการงานเดี่ยวก็ให้นักเรียนคิดหัวข้อที่จะทำด้วยตนเอง แต่ถ้าเป็นงานกลุ่ม ครูจะให้นักเรียนแต่ละคนเสนอหัวข้อที่อยากจะทำ เมื่อทุกคนเสนอหมดแล้วครูจะรวมกลุ่มนักเรียนที่สนใจทำในหัวข้อคล้ายๆ กันเป็นกลุ่มเดียวกัน แล้วจึงให้ปฏิบัติงาน ในการที่ให้นักเรียนคิดหัวข้อที่อยากจะทำด้วยตนเองนั้นเปรียบเสมือนการให้นักเรียนกำหนดเป้าหมายที่อยากจะทำด้วยตนเอง ดังนั้น นักเรียนจะพยายามไปสู่จุดมุ่งหมายนั้นจนสำเร็จด้วยตนเอง หรือในการรวมกลุ่มคนที่อยากจะทำอะไรคล้ายๆ กันเข้าด้วยกันจะเป็นการสร้างความรู้สึกร่วมกันมีส่วนร่วมของ

ความคิดที่ขอบงานคล้ายๆ กันและสร้างความรู้สึกร่วมกันนั้นเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มที่จะต้องช่วยกันคิดช่วยกันทำและผลักดันให้กลุ่มดำเนินงานบรรลุเป้าหมาย

ในขั้นตอนการปฏิบัติงานนั้น จะให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมไปเรื่อยๆ และจะมีการสอนเนื้อหาบ้างเป็นบางครั้ง โดยครูจะเป็นผู้พิจารณาเนื้อหาที่สอนว่าควรจะสอนเนื้อหาใด เช่น ครูอาจจะสังเกตเห็นว่าการสร้างงานของนักเรียนส่วนใหญ่มักพบปัญหาบางอย่างคล้ายๆ กัน และพิจารณาว่าปัญหานั้น เกิดจากนักเรียนขาดทักษะบางอย่าง ครูก็จะสอนเนื้อหานั้นให้นักเรียน ส่วนการสอน โดยทั่วๆ ไปครูจะใช้เทคนิคการสอนแบบการมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Teaching) คือ เข้าไปมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียน เดินไปสังเกตการทำงานของนักเรียนแต่ละคนว่ามีปัญหาใด และพิจารณาว่าปัญหานั้นครูต้องเข้าไปสอน เพราะเป็นปัญหาที่อาจจะยากเกินไปสำหรับนักเรียน หรือถ้านักเรียนมีความพร้อมที่จะรับเนื้อหานั้นแล้วครูก็จะถ่ายทอดเนื้อหานั้นให้กับนักเรียน ส่วนวิธีการถ่ายทอดเนื้อหาจะเป็นการถ่ายทอดรายบุคคลด้วยเทคนิควิธีการที่เหมาะสมกับนักเรียนคนนั้นๆ (เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันในการเรียนรู้หรือความพร้อมด้านทักษะต่างๆ) ดังนั้น การถ่ายทอดเนื้อหาให้กับนักเรียนแต่ละคนจะมีวิธีการที่ไม่เหมือนกัน บางคน แค่แนะนำ บางคนต้องทำให้ดู บางคนต้องช่วย กันคิดช่วยกันทำ ซึ่งเรื่องนี้ครูเองจะต้องเข้าไปสัมผัสกับนักเรียน และพิจารณาด้วยตนเองหลังจากที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมไปสักระยะหนึ่งแล้ว และครูได้พิจารณาว่านักเรียนได้มีประสบการณ์ในการปฏิบัติงานพอสมควรแล้ว อาจจะนัดพูดคุยกับนักเรียนทั้งหมดเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น หรือเสนอปัญหาบางอย่างที่นักเรียนพบโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ หรือซักถามข้อสงสัย หรือนำเสนอผลงานของตนที่ได้สร้างไปแล้ว ในขั้นนี้ครูจะตอบปัญหาข้อสงสัย แสดงความคิดเห็น หรือยกตัวอย่างปัญหาบางอย่างที่พบให้นักเรียนช่วยกันแก้ไข แต่โดยรวมแล้วจะพยายามให้นักเรียนประจักษ์ แก่ตนเองว่าตนได้เรียนรู้สิ่งใดด้วยตนเองไปแล้วบ้าง ส่วนนักเรียนจะนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์เองหรือร่วมวิเคราะห์กับเพื่อนๆ สำหรับการนัดประชุม นั้นไม่อาจกำหนดให้ชัดเจนได้ว่าควรจะทำตอนไหน แต่ครูเองจะเป็นผู้พิจารณาว่าเมื่อใดที่ควรนัดเพราะการสอนในแต่ละครั้งนั้นจะมีตัวแปรต่างๆ ที่แตกต่างกันครูผู้สอนเท่านั้นจะเป็นผู้รู้ดีที่สุดว่าเมื่อใดควรจะนัดประชุม

3. กำหนดระยะเวลาในการเสนอผลงาน ในการให้นักเรียนสร้างงานนั้น ครูควรกำหนดระยะเวลาในการทำงานให้นักเรียนทราบล่วงหน้าพอสมควรว่าจะต้องมีการนำเสนอผลงานเมื่อไหร่ เพื่อนักเรียนจะได้วางแผนการทำงานให้เสร็จทันตามกำหนด

4. การนำเสนอผลงาน หลังจากให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมจนสิ้นสุดแล้ว ครูจะให้นักเรียนนำเสนอผลงานของตนเอง ในขั้นตอนนี้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนกล้าแสดงออก

ต่อหน้าบุคคลอื่นๆ ภายในบรรยากาศที่เป็นมิตร นักเรียนจะนำเสนอความคิดและความรู้ของเขาออกมาจากผลงานที่เขาเป็นผู้สร้างขึ้นมาเอง ในขั้นตอนนี้ครูจะสามารถตรวจสอบความคิดของนักเรียนได้ และสามารถวิจารณ์เชิงสร้างสรรค์ถึงผลงานของนักเรียน รวมทั้งเปิดโอกาสให้เพื่อนๆ สมาชิกได้แสดงความคิดเห็นกับผลงานที่นำเสนอได้ หลังจากการนำเสนอผลงานของนักเรียนเสร็จสิ้นแล้ว ผู้สอนและนักเรียนก็จะมีบทพูดคุยถึงกระบวนการเรียนรู้ที่ได้จากการปฏิบัติ ทั้งในทางทฤษฎีและทางปฏิบัติ นอกจากนั้น อาจจะมีการตอบปัญหาข้อสงสัย หรือพูดคุยแสดงความคิดเห็นซึ่งในตอนนี้ ครูจะพยายามสรุปประเด็นเพื่อดึงความคิดของนักเรียนให้ประจักษ์แก่ใจตนเองว่าตนได้เรียนรู้สิ่งใดด้วยตนเองไปแล้วบ้าง รวมทั้งพยายามชี้แนะเกี่ยวกับการนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตจริงได้

นอกจากหลักการถ่ายทอดความรู้แล้ว การเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ก็เป็นอีกประเด็นหนึ่งที่ครูควรได้เรียนรู้ตามแนวทางของทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม เป็นการเรียนการสอนที่นักเรียนมีการเรียนรู้จากการสร้างสิ่งที่มีความหมายกับตนเอง ผู้สอนจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการลงมือปฏิบัติหรือสร้างงานที่ตนเองสนใจ ในขณะเดียวกันก็เปิดโอกาสให้สัมผัสและแลกเปลี่ยนความรู้กับสมาชิกในกลุ่ม ดังนั้น การสอนลักษณะนี้จะเน้นการสอนโดยให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ คือ วิธีการสอนที่นักเรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่ นักเรียนสามารถเลือกสร้างงานหรือปฏิบัติในสิ่งที่มีความหมายกับตนเองหรือที่ตนเองสนใจ แต่ในขณะเดียวกันก็มีบางช่วงที่ยืดผู้สอนเป็นศูนย์กลาง ดังเช่นตัวอย่างที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่าในช่วงแรกนั้น ผู้สอนจะมีบทบาทมากในการสอนพื้นฐานที่จำเป็นกับนักเรียน แต่พอให้นักเรียนสร้างงานผู้สอนก็จะลดบทบาทตัวเองลงเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือนักเรียน

จากการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระเจ้าเกิ้ลลันนบุรี จะเห็นว่า วิธีการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึมจะไม่กำหนดลงไปว่าจะต้องให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางเพียงอย่างเดียว แต่มีการปรับเปลี่ยนวิธีการสอนในแต่ละช่วงให้เหมาะสมอยู่ตลอดเวลา คือ เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้นั่นเอง วิธีการสอนแต่ละอย่างอาจเหมาะสมหรือใช้ได้ผลดีในสภาพการณ์ที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาที่ผู้สอน ลักษณะนักเรียน ความสามารถของผู้สอนและสภาพแวดล้อม ในการดำเนินการสอนที่มีประสิทธิภาพนั้น ผู้สอนควรใช้หลายๆ วิธีผสมผสานกัน ทั้งนี้ จะต้องขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้สอนเอง เพราะผู้สอนเองจะทราบดีว่าเนื้อหาในแต่ละช่วงนั้นควรจะใช้เทคนิคการสอนแบบใด แต่โดยทั่วไปจะมีขั้นตอนหลักๆ ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ คือ 1) มีการ

ศึกษาตามแหล่งความรู้ต่างๆ กับผู้มีความรู้จริงในศิลปและศาสตร์นั้นๆ เช่น ในโครงการหนึ่ง มีเด็กที่สนใจจำนวน 7 คน อายุระหว่าง 6-10 ปี ความสามารถเทียบเท่าระดับ ป.1-ป.4 มีครู (ผู้สร้างบรรยากาศให้เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้และอำนวยความสะดวกในการเรียนการสอน ซึ่งเรียกว่า Facilitator) 2 คน เป็นครูไทย 1 คน และ English Native Speaker อีก 1 คน ในทุกโครงการ การวางแผนเริ่มจากเด็กทุกคนเขียนคำถามที่ตนเองต้องการหาคำตอบในโครงการ จากนั้น Facilitator จะวางแผนความรู้สำคัญที่เด็กทุกคนควรจะได้รู้เพื่อที่จะสามารถตอบคำถามที่ตนเองตั้งขึ้นได้ โดยจะให้เป็น Mind Map องค์ความรู้เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงกัน จากนั้น จึงเตรียมคิดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เด็กสร้างองค์ความรู้ขึ้นด้วยตนเอง โดยเริ่มต้นจากวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้นักเรียนฝึกฝน เช่น ถ้าเราต้องการฝึกกระบวนการเรียนรู้ตามหลักวิทยาศาสตร์ก็จะเน้นให้เด็กวางแผนการทดลองด้วยตนเอง รู้จักตั้งสมมติฐาน ลงมือทดลองปฏิบัติ สังเกตผล และแก้ไขข้อผิดพลาดรวมทั้งปรับปรุงผลงาน กิจกรรมจะเน้นเรื่องของการออกแบบทดลองวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง และทดลองให้เห็นผลจริงตามขั้นตอน เป็นต้น

3. ครูและเด็กจะวางแผนการเรียนรู้ร่วมกันว่าจะจัดให้มีกิจกรรมใดบ้างในแต่ละวัน ตลอดระยะเวลาโครงการ 12 สัปดาห์ ทำให้เด็กๆ มีแผนงานของตนเองและของกลุ่ม ตั้งแต่ต้นจนจบโครงการ (โรงเรียนตรุนสิกขาลัยแบ่งภาคเรียนเป็น 3 ภาค ภาคเรียนละ 1 โครงการ) ครูจะนำเสนอสิ่งที่ผู้เรียนควรจะได้เรียนรู้และสอบถามสิ่งที่นักเรียนอยากเรียนรู้เพิ่มเติม พร้อมทั้งเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ให้นักเรียนเห็นภาพรวมทั้งหมดด้วยตนเอง แล้วให้นักเรียนเขียนภาพความคิด (mind map) และวางแผนการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อและจัดทำตารางเวลาการเรียนรู้แต่ละเรื่องเป็นแผนการทำงาน ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกเป็นเจ้าของโครงการและมีความกระตือรือร้นที่จะทำงานนั้นให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

4. เรียนรู้ด้วยการลงมือทำจริง เริ่มต้นผู้เรียนต้องมีความสามารถที่จะค้นหาข้อมูล(Data) จากหลากหลายสื่อ เช่น หนังสือพิมพ์ ตำราเรียน อินเทอร์เน็ต ฯลฯ ผู้เรียนต้องทราบว่าหาข้อมูลมาจากแหล่งใด หลังจากนั้นก็นำข้อมูลมาถนอมกรอง ด้วยการทดลอง ทดสอบ สมมติฐาน รวมทั้งการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญและการไปเยี่ยมชมสถานที่จริง เพื่อให้ผู้เรียนได้สัมผัสและเข้าใจกับสิ่งต่างๆ ได้อย่างลึกซึ้ง จนได้ข้อมูลส่วนที่เป็นประโยชน์ (Useful Information) แล้ววิเคราะห์ สังเคราะห์ให้เป็นองค์ความรู้ (Knowledge) ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันทั้งที่โรงเรียนและที่บ้าน เมื่อนำองค์ความรู้มาหลอมรวมเข้ากับประสบการณ์ที่ผ่านมาโดยมีศีลธรรมเป็นตัวกำกับ จึงก่อให้เกิดเป็นปัญญาขึ้น เมื่อมีปัญญาแล้วก็จะสามารถนำมาใช้ในการวางแผน แก้ไขปัญหาได้ และที่สำคัญที่สุดการเรียนรู้เช่นนี้ จะสร้างผู้เรียนให้เป็น

นวัตกรรมที่ทำให้เกิดนวัตกรรมต่างๆ ขึ้นมาได้ จากนั้น นักเรียนจะนำปัญญาที่ได้สร้างขึ้นมานำเสนอ เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างเพื่อนๆ ในกลุ่ม อีกทั้งคุณครูยังได้ตรวจสอบได้ว่าถูกต้องและครบถ้วนหรือไม่ ถ้ายังไม่ถูกต้องหรือยังไม่ครบถ้วน ต้องให้ผู้เรียนย้อนกลับไปเริ่มต้น หาข้อมูลใหม่ หรือเพิ่มเติมอีกครั้ง จนกว่าจะสมบูรณ์ จึงจะไปสู่ขั้นตอนที่ 5 ได้ ซึ่งเราเรียกกระบวนการเหล่านี้ว่า กระบวนการ PDCA (Plan Do Check Act) ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในภาคธุรกิจเพื่อนำไปสู่ การเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและไม่มีที่สิ้นสุด และในการทำกิจกรรมทุกครั้งจะมีการบันทึกและสรุป สิ่งที่เรียนรู้ เพื่อเป็นการพัฒนาทักษะการเขียน การใช้ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ตลอดจนทักษะ การนำเสนออย่างถูกต้อง

5. สรุปความรู้ และเก็บบันทึกผลงาน ในรูปแบบของบทความ สมุดแฟ้ม สะสมงาน (portfolio) และแผนภาพความคิด (mind map) ซึ่งเป็นการให้นักเรียนสามารถสร้าง องค์ความรู้ขึ้นได้ด้วยตนเอง

6. จัดเตรียมนิทรรศการเพื่อแสดงผลงานจากการเรียนรู้ โดยนำเสนอให้ ผู้ปกครองและผู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะมีทุกๆ สัปดาห์ โดยขั้นตอนนี้นักเรียนจะเป็นผู้คิดวิธีการ นำเสนอ วางแผน และดำเนินการด้วยตนเอง

7. วิเคราะห์และประเมินผลแบบ 360 องศา คือ ผู้เรียนประเมินตนเอง และ จะได้รับ feedback จากเพื่อน คุณครู และผู้ปกครอง ในทุกสัปดาห์ เพื่อนำข้อมูลมาพัฒนาตนเอง อย่างสม่ำเสมอ และการประเมินด้านความรู้ ทักษะ และพฤติกรรม ผ่านแบบทดสอบ ชิ้นงาน กิจกรรม แฟ้มผลงาน แบบบันทึกพฤติกรรมโดยคุณครู ซึ่ง Technology ที่เรานำมาใช้เป็นเครื่องมือ ช่วยให้การประมวลผลรวดเร็วและแม่นยำมากขึ้นคือระบบฐานข้อมูลที่เราเรียกว่าระบบ Tracking System ซึ่งเป็นระบบที่ออกแบบมาเพื่อทำการ ตรวจ วัด และประเมินผลความสามารถในการ เรียนรู้ของเด็กนักเรียน โดยที่ระบบนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงการประเมินผลนักเรียนแบบเก่า ที่ครูใช้ กระดาษเก็บข้อมูลมาเป็นการเก็บข้อมูลใน database ของทางโรงเรียนแบบ real time ข้อมูลที่เก็บ ได้นี้ จะถูกนำไปวิเคราะห์ต่อไป

8. การต่อยอดองค์ความรู้ (Modified Action) เมื่อทำโครงการเล็กๆ จนประสบความสำเร็จก็จะเกิดความศรัทธาตนเองซึ่งจะเป็นความท้าทายที่จะนำเอาสิ่งที่ได้เรียนรู้ จากการทำโครงการนั้นมาใช้เพื่อพัฒนาตนเองไปสู่การทำโครงการที่ใหญ่ขึ้น ลึกซึ้งต่อไป วงจร การเรียนรู้ก็จะเริ่มจากต้นจนจบกระบวนการแบบนี้ไปเรื่อยๆ ซึ่งเป็นการพัฒนาผู้เรียนให้มี ความสามารถที่จะเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มหรือเป็นทีมได้อย่างเป็น กัลยาณมิตรจนติดเป็นนิสัยใฝ่เรียนรู้ไปตลอดชีวิต ซึ่งวิธีการพัฒนาผู้เรียนเป็นไปเช่นเดียวกับวิธี

ของ Peter M. Senge แห่ง Sloan School of Management, MIT ที่กล่าวว่ากระบวนการเรียนรู้ นั้นเป็นเหมือนรูปก้นหอยเจดีย์หงาย (Spiral Model) ที่แต่ละรอบการเรียนรู้จะนำไปสู่การเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ที่ใหญ่กว่าและสำคัญกว่าต่อเนื่องกันไปไม่สิ้นสุด กระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวทำให้ผู้เรียนติดเป็นนิสัยใฝ่เรียนรู้ไปตลอดชีวิตซึ่งเป็นไปตาม พ.ร.บ.การศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542

จากการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึมของโรงเรียนดรุลีกชาลัย จะเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ผ่านการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ (Learning by doing) โดยการทำโครงการ (Project - based learning) โดยมีขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน คือ 1) เริ่มจากเรื่องที่ผู้เรียนสนใจ 2) ครูจะบูรณาการวิชาการเข้าไปในโครงการ 3) ครูและเด็กจะวางแผนการเรียนรู้ร่วมกัน 4) เรียนรู้ด้วยการลงมือทำจริง 5) สรุปความรู้และเก็บบันทึกผลงาน 6) จัดเตรียมนิทรรศการเพื่อแสดงผลงานจากการเรียนรู้ 7) วิเคราะห์และประเมินผลแบบ 360 องศา และ 8) การต่อยอดองค์ความรู้

โรงเรียนบ้านสันกำแพง เป็นโรงเรียนที่ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม โดยใช้กระบวนการ 5S ดังนี้ (โรงเรียนบ้านสันกำแพง, 2556)

1. จุดประกายความคิด (Sparkling) กระตุ้นให้นักเรียนใฝ่เรียนรู้ มีกระบวนการคิด รู้จักการเลือกใช้ข้อมูลให้เหมาะสมกับบริบทของตนเอง
2. สะกิดให้ค้นคว้า (Searching) เพื่อให้นักเรียนนำข้อมูลมาวางแผน และแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบและความถนัดของแต่ละบุคคลในกลุ่ม มีกระบวนการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน รู้จักทำงานเป็นกลุ่ม
3. นำพาสู่การปฏิบัติ (Studying) นักเรียนสามารถทำงานด้วยตนเอง ปฏิบัติจริง และแก้ปัญหาได้
4. จัดองค์ความรู้ (Summarizing) นักเรียนสามารถนำเสนอองค์ความรู้ กระบวนการจากการเรียนรู้และปฏิบัติจริงผ่านสื่อต่างๆ และสื่อเทคโนโลยี เช่น กล้องดิจิตอล โปรแกรม Movie Maker หนังสือเล่มเล็ก โครงการตามความสนใจ
5. นำเสนอควบคู่การประเมิน (Show and Sharing) นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ประสพการณ์จากการเรียนรู้ อภิปรายเพื่อซักถาม เสนอแนะความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ เพื่อนำไปพัฒนาผลงาน การมีส่วนร่วมในการประเมินผลงานและให้คะแนนเพื่อนกลุ่มอื่นๆ

จากการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึมของโรงเรียนบ้านสันกำแพง จะดำเนินการโดยใช้กระบวนการ 5S ดังนี้ 1) จุดประกายความคิด 2) สะกิดให้ค้นคว้า 3) นำพาสู่การปฏิบัติ 4) จัดองค์ความรู้ และ 5) นำเสนอควบคู่การประเมิน

ไดรวอร์ และเบลล์ (Driver and Bell, 1986, pp.433-456) ได้กำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม ไว้ดังนี้

1. **ขั้นนำ (orientation)** เป็นขั้นที่นักเรียนจะรับรู้ถึงจุดมุ่งหมายและมีแรงจูงใจในการเรียนบทเรียน

2. **ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicitation of the prior knowledge)** เป็นขั้นที่นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน วิธีการให้นักเรียนแสดงออกอาจทำได้โดยการอภิปรายกลุ่ม การให้นักเรียนออกแบบโปสเตอร์ หรือการให้นักเรียนเขียนเพื่อแสดงความรู้ความเข้าใจที่เขา มีอยู่ นักเรียนอาจเสนอความรู้เดิมด้วยเทคนิคผังกราฟิก (graphic organizers) ขั้นนี้ทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (cognitive conflict) หรือเกิดภาวะไม่สมดุล (unequilibrium)

3. **ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด (Turning restructuring of ideas)** นับเป็นขั้นตอนที่สำคัญหรือเป็นหัวใจสำคัญตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม (Constructionism) ขั้นนี้ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

3.1 **ทำความเข้าใจและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันและกัน (clarification and exchange of ideas)** นักเรียนจะเข้าใจได้ดีขึ้น เมื่อได้พิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองกับของคนอื่น ผู้สอนจะมีหน้าที่อำนวยความสะดวก เช่น กำหนดประเด็นกระตุ้นให้คิด

3.2 **การสร้างความคิดใหม่ (Construction of new ideas)** จากการอภิปรายและการสาธิต นักเรียนจะเห็นแนวทางแบบวิธีการที่หลากหลายในการตีความปรากฏการณ์ หรือเห็นเหตุการณ์แล้วกำหนดความคิดใหม่ หรือความรู้ใหม่

3.3 **ประเมินความคิดใหม่ (Evaluation of the new ideas)** โดยการทดลองหรือการคิดอย่างลึกซึ้ง นักเรียนควรหาแนวทางที่ดีที่สุดในการทดสอบความคิดหรือความรู้ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนอาจจะรู้สึกไม่พึงพอใจความคิดความเข้าใจที่เคยมีอยู่ เนื่องจากหลักฐานการทดลองสนับสนุนแนวคิดใหม่มากกว่า

4. **ขั้นนำความคิดไปใช้ (Application of ideas)** เป็นขั้นตอนที่นักเรียนมีโอกาสใช้แนวคิดหรือความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ในสถานการณ์ต่างๆ ทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย เป็นการแสดงว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย การเรียนรู้ที่ไม่มีการนำความรู้ไปใช้เรียกว่า เรียนหนังสือไม่ใช่เรียนรู้

5. **ขั้นทบทวน (Review)** เป็นขั้นตอนสุดท้าย นักเรียนจะได้ทบทวนว่า ความคิด ความเข้าใจของเขาได้เปลี่ยนไป โดยการเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับ ความคิดของเขาเมื่อสิ้นสุดบทเรียน ความรู้ที่นักเรียนสร้างด้วยตนเองนั้นจะทำให้เกิดโครงสร้างทางปัญญา (cognitive structure) ปรากฏในช่วงความจำระยะยาว (long-term memory) เป็นการ เรียนรู้ที่มีความหมาย นักเรียนสามารถจำได้ถาวรและสามารถนำไปใช้ได้ สถานการณ์ต่างๆ เพราะโครงสร้างทางปัญญา คือ กรอบของความหมายหรือแบบแผนที่บุคคลสร้างขึ้น ใช้เป็น เครื่องมือในการตีความหมาย ให้เหตุผลแก้ปัญหา ตลอดจนใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการสร้าง โครงสร้างทางปัญญาใหม่ นอกจากนี้ ยังทบทวนเกี่ยวกับความรู้สึกที่เกิดขึ้น ทบทวนว่าจะนำ ความรู้ไปใช้ได้อย่างไร และยังมีเรื่องใดที่ยังสงสัยอยู่อีกบ้าง

จากการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม ของ ไตรเวอร์ และเบลล์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นนำ 2) ขั้นทบทวนความรู้ 3) ขั้นปรับเปลี่ยน ความคิด 4) ขั้นนำความคิดไปใช้ และ 5) ขั้นทบทวน

สรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม ไม่มีขั้นตอนที่แน่นอน ขึ้นอยู่กับบริบทของสถานศึกษา ดังนั้น เพื่อให้สอดคล้องกับบริบท สถานศึกษา รายวิชาที่สอน และคุณลักษณะนักเรียนของผู้วิจัย ผู้วิจัยจึงขอกำหนดขั้นตอนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม ในรายวิชาการโปรแกรมและการประยุกต์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ตามแนวดำเนินการของโรงเรียนบ้านสันกำแพง ดังนี้ 1) จุดประกาย ความคิด 2) สะกิดให้ค้นคว้า 3) นำพาสู่การปฏิบัติ 4) จัดองค์ความรู้ และ 5) นำเสนอควบคู่ การประเมิน

3.2. บรรยายากการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระเจ้าเกล้าธนบุรี (2546) ระบุว่า การเรียนรู้ตามแนว ทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม มีหลักสำคัญอย่างหนึ่งก็คือ การเปิดโอกาสให้นักเรียนสัมผัสและ แลกเปลี่ยนความรู้กับสมาชิกในกลุ่ม บรรยายากการเรียนรู้การสอนที่ดีนับเป็นสิ่งสำคัญในการทำให้ เกิดกระบวนการที่เอื้อต่อการเรียนรู้ร่วมกันของนักเรียน ซึ่งควรจะมีองค์ประกอบ 3 ประการ คือ มี ทางเลือก มีความหลากหลาย และการมีความเป็นกันเอง

1. **การมีทางเลือก (Choice)** คือเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกสร้างหรือปฏิบัติ สิ่งที่ตนเองอยากจะทำหรือสนใจ การสร้างงานหรือการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม ครูควรจะให้โอกาสกับนักเรียนในการได้คิดหรือเริ่มมองสิ่งที่เขาอยากจะทำด้วยตัวของเขาเองในบรรยากาศ การเรียนที่นักเรียนมีทางเลือกสร้างสิ่งที่ตนเองสนใจ นักเรียน จะมีความเต็มใจและใส่ใจที่จะ

ทำงานนั้นจนสำเร็จ เพราะเป็นงานที่เขาคิดขึ้นมาเอง เขามีความรู้สึกในความเป็นเจ้าของ รู้สึกมีส่วนร่วมในการสร้างขึ้นมา และเมื่อนักเรียนคิดเป้าหมายของการสร้างหรือคิดสิ่งที่เขาอยากจะทำได้แล้ว ก็แสดงว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติได้ซึ่งนับว่าเป็นจุดเริ่มต้นที่ดี เนื่องจากนักเรียนจะรู้ว่าควรสร้างอะไรจากความรู้ที่มีอยู่และเมื่อเขาได้ลงมือปฏิบัติ เขาก็จะเรียนรู้จากการปฏิบัติงานนั้น อย่างไรก็ตาม ในการให้สร้างงานนั้นครูควรจะมีหัวข้อหรือขอบเขตนักเรียนพอสมควร เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนมีเป้าหมายหรือแนวทางเดียวกัน เช่น หลังจากการสอนทฤษฎีพื้นฐานที่จำเป็นจบแล้ว ก็ให้นักเรียนนำทฤษฎีที่เรียนมาสร้างงานหรือทดลองปฏิบัติโดยมีทางเลือกเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดหาวิธีการสร้างหรือทดลองตามความสนใจหรือตามความถนัดด้วยตัวของเขาเองภายใต้เครื่องมือและสภาพแวดล้อมที่กำหนด

2. การมีความหลากหลาย (Diversity) ความหลากหลายนั้นมีความสำคัญต่อสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม มี 2 ประการ คือ ความหลากหลายของทักษะและ ความหลากหลายของรูปแบบ

2.1 ความหลากหลายของทักษะ หมายถึง การที่นักเรียนมีทักษะที่แตกต่างกันหลายระดับจากผู้ที่ยึดติดไปจนถึงผู้ที่มีความรู้มาก หรือในบางครั้งสิ่งนี้จะหมายถึง กลุ่มคนที่มีอายุแตกต่างกันมาอยู่รวมกันภายใต้บรรยากาศการเรียนรู้เดียวกัน มีการแลกเปลี่ยนหรือถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ในบรรยากาศและสภาพการเรียนรู้ที่นักเรียนมีความหลากหลายของทักษะและระดับความสามารถจะทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ร่วมกัน โดยปกติแล้วคนแต่ละคนจะมีความสามารถและทักษะแตกต่างกัน บางคนอาจจะเก่งในบางเรื่องแต่ในบางเรื่องก็ไม่ถนัดแต่ในขณะเดียวกัน ถ้ามีคนที่ยึดในเรื่องที่คนอื่นไม่ถนัดก็สามารถถ่ายทอดประสบการณ์หรือแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันได้ ดังนั้น คนที่มีประสบการณ์น้อยสามารถเรียนรู้ได้จากคนที่มีความรู้มากกว่าตนเอง ส่วนผู้ที่ถ่ายทอดทักษะจะเพิ่มพูนความรู้ขึ้นและเกิดความภาคภูมิใจจากการได้ช่วยเหลือและอธิบายสิ่งต่างๆให้กับผู้อื่น นอกจากนั้นในการสร้างงานของแต่ละคนที่ไม่เหมือนกัน จะเป็นการสร้างจินตนาการให้กับคนอื่น ความคิดจะถูกยืมและเสริมแต่งความรู้ให้เจริญงอกงามขึ้นด้วย

2.2 ความหลากหลายของรูปแบบ หมายถึง ความหลากหลายในวิธีการในการสร้างงานเมื่อมีการสร้างงานจะไม่มีวิธีการหรือกระบวนการใดที่ถือว่าถูกต้องที่สุด เพราะคนแต่ละคนมีความถนัดในการสร้างงานไม่เหมือนกัน การที่จะเอาความคิดของคนอื่นมาตัดสินกระบวนการในการสร้างงานของอีกคนหนึ่งนั้นเป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้องนัก เพราะผู้ที่สร้างเองเท่านั้นจะเป็นผู้ที่บอกได้ว่าวิธีการที่เหมาะสมสำหรับเขาคือวิธีการใด เช่น บางคนชอบวางแผนอย่างระมัด

ระวังก่อนที่จะทำงานจริง บางครั้งอาจมีการปรับแผนนั้นบ้างในระหว่างการทำงาน ซึ่งวิธีการนี้นับว่าเป็นวิธีการที่ดีวิธีการหนึ่งของนักวางแผน แต่ก็ไม่ได้นับว่าเป็นวิธีการเดียวที่สามารถทำงานได้ อาจจะมีวิธีอื่นอีกเช่น บางคนจะชอบทำงานโดยไม่มีการวางแผนล่วงหน้าแต่จะใช้วิธีการพูดคุยหรือซักถามคนอื่น ๆ ในขณะทำงานนั้น จากนั้นก็จะพิจารณาว่าตนเองทำอะไรไปบ้างและตัดสินใจว่าจะทำอะไรต่อไป ซึ่งเราจะเรียกผู้ที่ชอบทำงานแบบนี้ว่า ผู้ทำงานที่ไม่มีแบบแผน คือ เป็นลักษณะคิดไปทำไป ซึ่งรูปแบบการทำงานทั้ง 2 นี้ควรจะได้รับการยอมรับและเชื่อถืออย่างเท่าเทียมกัน

3. การมีความเป็นกันเอง (Congeniality) หมายถึง ความเป็นกันเองของสมาชิกทั้งหมด ได้แก่ นักเรียน ครู ควรมีความเป็นมิตรเป็นกันเอง และเชื่อใจเพื่อนนักเรียนให้นักเรียนได้คิดหรือสร้างงานด้วยตนเอง ได้แสดงความคิดเห็น ได้ช่วยเหลือกัน เกิดความสามัคคีและมิตรภาพที่ดีต่อกัน นอกจากนี้ สิ่งที่สำคัญอย่างหนึ่งก็คือ การให้เวลาที่พอเพียงในการทำงาน เพราะในการเริ่มต้นทำงานนั้น นักเรียนจะต้องใช้เวลามากพอสมควร อาจจะใช้เวลาในการคิดพูดคุย การเดินทางไปดูงานของคนอื่น ๆ แล้วหยิบยืมความคิดมาใช้ นอกจากนี้ควรจะมีความเวลาสำหรับผู้เริ่มต้นสิ่งใหม่ ๆ ปล่อยให้ผิดพลาดไป มีเวลาสำหรับการเผชิญอุปสรรคหรือสิ่งที่เป็นปัญหา หรือให้เวลาสำหรับการไม่ได้ทำอะไรเลย (เพราะกำลังใช้ความคิด)

บรรยากาศการเรียนรู้เหล่านี้จะมีทั้งความสนุกสนานในการทำงาน รวมทั้งความผิ้วหวัง และความภาคภูมิใจในความสำเร็จ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ สิ่งเหล่านี้สามารถนำมาแลกเปลี่ยนเป็นประสบการณ์กับผู้อื่นได้ ดังนั้น ควรให้นักเรียนได้มีโอกาสได้พบได้พูดคุยและสร้างมนุษยสัมพันธ์กับบุคคลอื่นที่มีความสนใจ รัก และชอบทำอะไรคล้าย ๆ กันหรือเผชิญปัญหาบางอย่างคล้าย ๆ กัน เกิดความเข้าใจ เห็นอกเห็นใจ ใส่ใจซึ่งกันและกัน พยายามช่วยกันแก้ปัญหา บรรยากาศและสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ดังกล่าวทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความเป็นมิตรเป็นกันเอง ก่อให้เกิดความสามัคคีร่วมกันและเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ส่วนบรรยากาศการเรียนรู้ที่ ทิศนา ขัมมณี (2547 อ้างอิงใน บรรจง พลฤทธิ, 2550, หน้า 24) ได้เสนอความคิดว่า ปัจจัยที่สำคัญมากอีกประการหนึ่งในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม ต้องเน้นบรรยากาศที่มีทางเลือกหลากหลาย สภาพแวดล้อมที่ความแตกต่างกัน มีบรรยากาศที่มีความเป็นมิตร เป็นกันเอง บรรยากาศที่ทำให้นักเรียนรู้สึกอบอุ่นปลอดภัย สบายใจ จะเชื่อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความสุข

สรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม ควรมีการจัดบรรยากาศการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย 1) มีทางเลือก คือ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกสร้างหรือปฏิบัติสิ่งที่ตนเองอยากจะทำหรือสนใจ เปิดโอกาสให้กับนักเรียนในการได้คิดหรือเริ่มมองสิ่งที่เขา

อยากจะทำด้วยตัวของเขาเอง 2) มีความหลากหลาย ทั้งด้านทักษะ คือการที่นักเรียนมีทักษะที่แตกต่างกัน มีระดับการเรียนรู้ที่แตกต่างกันทั้งเก่ง ปานกลาง อ่อน ได้ทำงานร่วมกัน และหลากหลายทางด้านรูปแบบ คือ นักเรียนสามารถสร้างงานได้ด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ไม่มีวิธีการหรือกระบวนการใดที่ถือว่าถูกต้องที่สุด เพราะคนแต่ละคนมีความถนัดในการสร้างงานไม่เหมือนกัน และ 3) มีความเป็นเอง คือความเป็นกันเองของสมาชิกทั้งหมด ทั้งนักเรียนและครู ครูควรเชื้อเชิญให้นักเรียนได้คิดหรือสร้างงานด้วยตนเอง ได้แสดงความคิดเห็น ได้ช่วยเหลือกัน เกิดความสามัคคีและมิตรภาพที่ดีต่อกัน สร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ที่สนุกสนาน จะเอื้อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความสุข

3.3 เครื่องมืออุปกรณ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระเจ้าเล้าธนบุรี (2546) ระบุว่า หลักการของทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม ซึ่งเป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนมีการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติหรือสร้างสิ่งที่มีความหมายกับตนเอง ดังนั้น เครื่องมือที่ใช้ก็ควรจะมีลักษณะที่เอื้อต่อการที่จะให้นักเรียนนำมาสร้างเป็นชิ้นงานที่สำเร็จได้ และตอบสนองความคิดและจินตนาการของนักเรียนได้ หรือถ้ากล่าวอย่างง่าย ๆ ก็คือ เครื่องมือแทบทุกชนิดที่สามารถให้นักเรียนสร้างงานได้หรือสามารถลงมือปฏิบัติด้วยตนเองได้นั้นเอง กิจกรรมต่างๆ ที่สามารถสร้างงานได้ เช่น การปั้นดินน้ำมัน การแกะสลัก การทอผ้า การทำอาหาร การเขียนเรื่องราว แต่งตำรา งานหัตถกรรม การเขียนโปรแกรม การวาดรูป การสร้างโจทย์คำถาม การทดลองทางวิทยาศาสตร์ หรือการสร้างงานอื่นๆ อีกมากมาย นอกจากนี้ ในบางครั้งเทคนิควิธีการสอนก็อาจเป็นเครื่องมือหนึ่งในการสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ได้ เช่น การสอนแบบสั่งงานหรือการสอนแบบมอบหมายงาน เป็นการเรียนที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ซึ่งอาจจะเป็นงานเดี่ยวหรืองานกลุ่มก็ได้ แต่ควรจัดบรรยากาศการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน

อย่างไรก็ตามในปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่าเทคโนโลยีมีบทบาทมากโดยเฉพาะเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ ดังนั้น เครื่องมือที่ใช้ในการเรียนการสอนสำหรับการสร้างคนให้เรียนรู้เท่าทันเทคโนโลยีนั้นมีความจำเป็นมาก ซึ่งควรจะนำเทคโนโลยีโดยเฉพาะเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ คอมพิวเตอร์จึงเป็นเครื่องมือที่ดีและง่ายต่อการเรียนรู้หลักการของทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม เนื่องจากเอื้อต่อการที่จะให้นักเรียนสร้างงานที่สำเร็จได้ภายในโปรแกรมคอมพิวเตอร์เอง และยังตอบสนองความคิดและจินตนาการของนักเรียนได้ดี โดยไม่ต้องใช้ทรัพยากรภายนอกมากนัก สามารถแสดงให้เห็นลำดับความคิดได้ เช่น โปรแกรมไมโครเวิลด์ และนอกจากนั้น คอมพิวเตอร์ยังสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการเชื่อมโยงกับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ได้อีกด้วย ดังนั้น ถ้านักเรียนได้สร้างงานจากเครื่องมือที่เป็นเทคโนโลยี นอกจากจะเรียนรู้เนื้อหาที่สร้างแล้ว นักเรียนก็จะเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีไปในตัวด้วย เมื่อเรียนรู้ไประดับหนึ่งก็จะเกิดความคิดลงในเทคโนโลยีนั้น และก่อให้เกิดความมั่นใจที่เพียงพอสำหรับการนำไปใช้ในการทำงานหรือพัฒนางานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าคอมพิวเตอร์จะเป็นเครื่องมือที่ดี และทำให้ง่ายต่อการเรียนรู้ แต่การนำการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึมไปใช้ในการสอนนั้น ไม่จำเป็นเสมอไปที่จะต้องใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพียงอย่างเดียว ทั้งนี้ครูผู้สอนเองควรพิจารณาว่าควรจะใช้เครื่องมือใดในการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาและกลุ่มนักเรียนของตนเอง

สรุปได้ว่า เครื่องมืออุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม ควรจะมีลักษณะที่เอื้อต่อการที่จะให้นักเรียนนำมาสร้างเป็นชิ้นงานที่สำเร็จได้ และตอบสนองความคิดและจินตนาการของนักเรียนได้ ควรจะนำเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ดีและง่ายต่อการเรียนรู้ เอื้อต่อการที่จะให้นักเรียนสร้างงานที่สำเร็จได้ภายในโปรแกรมคอมพิวเตอร์เอง และยังตอบสนองความคิดและจินตนาการของนักเรียนได้ดี โดยไม่ต้องใช้ทรัพยากรภายนอกมากนัก สามารถแสดงให้เห็นลำดับความคิดได้ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกที่จะใช้กล่องสมองกล IPST-MicroBOX เป็นเครื่องมืออุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม รายวิชาการโปรแกรมและการประยุกต์ เนื่องจากเหมาะสมกับสภาพบริบทของโรงเรียน นักเรียน และนักเรียนสามารถนำไปบูรณาการกับรายวิชาอื่นได้อย่างง่ายดาย

3.4 การประเมินผลการเรียนรู้

โรงเรียนตรุณสิกขาลัย (2556) ระบุถึง การประเมินผลการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม ว่า ครูจะจัดบันทึกการสังเกตการณ์ ประเมินผลนักเรียน และจะสื่อสารกับผู้ปกครองเป็นระยะๆ เพื่อรับทราบและร่วมกันพัฒนานักเรียนอย่างเป็นองค์รวม การประเมินผลเน้นการประเมินผลอย่างหลากหลาย ทั้งจากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ เช่นเดียวกับโรงเรียนทั่วไป และมีการประเมินผลด้านกระบวนการเรียนรู้ ทักษะคิด ทักษะทางสังคม ผ่านการสังเกตการณ์ในสถานการณ์จริง (Authentic assessment) และการให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการประเมินตนเอง เพื่อการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ โรงเรียนมีระบบการบันทึกความก้าวหน้าทางวิชาการผ่านระบบฐานข้อมูลเป็นรายบุคคล ซึ่งจะช่วยให้หลักสูตรมีความยืดหยุ่นและสามารถจัดให้ตรงกับความถนัด ศักยภาพที่ต่างกันไปในนักเรียนแต่ละคน

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม ทำให้การวัดและประเมินผลต้องมีลักษณะเป็นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง (authentic

assessment) ซึ่งหมายถึงมาตรการในการประเมินผลที่อยู่บนพื้นฐานของงานภารกิจ (authentic tasks หรือ performance tasks) ซึ่งเป็นกิจกรรม แบบฝึกหัด หรือปัญหา ที่กำหนดให้ผู้เรียน แสดงออกว่าสามารถทำอะไรได้บ้าง โดยภารกิจจริงดังกล่าว มักจะมีคำตอบหรือวิธีการแก้ไข มากกว่าหนึ่งประการ และต้องใช้กระบวนการที่อาศัยทักษะการคิดระดับสูง อาทิ การวิเคราะห์ เหตุและผล การใช้เหตุผลเชิงอนุมาน/นิรนัย และอุปมาน/อุปนัย การทดลอง และการแก้ปัญหา ทั้งนี้ ภารกิจจริงที่กำหนดให้อาจจัดขึ้น เพื่อมุ่งประเมินผลการเรียนรู้เมื่อสิ้นสุดบทเรียนเพียง อย่างเดียว หรือเพื่อเป็นการจัดการเรียนรู้ไปด้วยก็ได้ (McBrien and Brandt, 1997)

Herman, Aschbacher and Winters (1992) อธิบายว่า การประเมินตาม สภาพจริง เป็นกระบวนการที่ประกอบด้วยการสังเกต การบันทึก การจัดทำเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงาน ที่ผู้เรียนได้ทำ รวมทั้งได้แสดงวิธีการว่าได้อะไร เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการตัดสินใจ ทางการศึกษา การวัดผลจะพิจารณาความแตกต่างของบุคคลประกอบด้วย ทั้งนี้ ผู้สอนต้องจัด โอกาสการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้แสดงออกในภาคปฏิบัติ คิดสร้างสรรค์ ผลิตผลงานที่สัมพันธ์กับสิ่ง ที่เรียนมีการตั้งหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ระดับการคิดขั้นสูง และให้ทักษะในการแก้ปัญหา ให้งาน หรือกิจกรรมที่เป็นสิ่งที่มีความหมายสำหรับผู้เรียน และสิ่งที่เรียนต้องสามารถนำไปประยุกต์ใช้ ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งประเด็นเหล่านี้ ตรงกับลักษณะการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยต้องการให้มีในรูปแบบ ที่จะจัดขึ้น เทคนิคที่ใช้ในการประเมินผลตามสภาพจริงมีอยู่หลากหลาย อาทิ ผลผลิต ที่เป็นงานเขียน (written products) ผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา (solutions to problems) การทดลอง (experiments) การแสดงผลงาน (exhibitions) การแสดงสมรรถนะ (performances) แฟ้มสะสมงาน (portfolios) การสังเกต (observations) ตารางตรวจสอบ (checklists) บัญชี รายการ (inventories) และโครงการที่ผู้เรียนร่วมกันจัดทำ (cooperative group projects)

ทั้งนี้ วิธีการวัดผลและประเมินผลตามสภาพจริงซึ่งนิยมใช้มี 6 ลักษณะ คือ

- 1) การสังเกต สามารถทำได้ทุกเวลาและสถานการณ์ โดยมีหรือไม่มีเครื่องมือสังเกต ก็ได้
- 2) การสัมภาษณ์ โดยมีการเตรียมคำถามง่ายๆ ไว้ล่วงหน้า
- 3) การบันทึกจากผู้เกี่ยวข้อง เป็นการรวบรวมข้อมูล ความคิดเกี่ยวกับตัวผู้เรียน ทั้งด้านความรู้ ความคิด ความสามารถ
- 4) แบบทดสอบวัดความสามารถจริง เป็นคำถามลักษณะปลายเปิด เน้นให้ผู้เรียนตอบและ นำความรู้ที่ได้ไปสร้างความรู้ใหม่
- 5) การรายงานตนเอง เป็นการให้ผู้เรียนพูดหรือเขียนบรรยาย สะท้อนความรู้ความเข้าใจ ความคิด ความรู้สึก ความต้องการ และคุณลักษณะของผลงาน และ
- 6) แฟ้มผลงานดีเด่น เป็นตัวอย่างผลงานดีๆ ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งที่เลือกเก็บรวบรวมไว้ อย่างเป็นระบบ ตามความสามารถ ความสนใจและความถนัด (ไสว พักขาว, 2544)

อย่างไรก็ตาม Herman, Aschbacher and Winters (1992) กล่าวว่า วิธีที่ดีที่สุดในการประเมินความสามารถของผู้เรียนในการแก้ปัญหาที่เป็นจริงคือ การสังเกต แต่เป็นวิธีที่ใช้เวลาและเสียค่าใช้จ่ายมาก จึงเสนอแนะให้ใช้วิธีการตรวจสอบผลงานเขียน (written work) ของผู้เรียนในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวกับงานภารกิจซึ่งมอบหมายให้ทำ

สุชิน เพ็ชรรักษ์ (2544) กล่าวว่า การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันสำหรับผู้เรียนทุกคนพร้อมกันในเวลาที่กำหนด ไม่เหมาะสมกับสถานการณ์การจัดกระบวนการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม แต่ควรมีลักษณะหลากหลายและให้ความสำคัญกับผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองด้วย เช่น การประเมินตนเอง การประเมินจากแฟ้มสะสมผลงานรายบุคคล การสังเกตการปฏิบัติงาน การใช้แบบทดสอบทางจิตวิทยา และการติดตามผลหลังการเรียนรู้ เป็นต้น รวมทั้งไม่ควรกำหนดมาตรฐานในการวัดและประเมินผลไว้ตายตัวเสียตั้งแต่แรก

สรุปได้ว่า ในการประเมินผลการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม ต้องมีลักษณะเป็นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง (authentic assessment) เป็นการประเมินผลที่อยู่บนพื้นฐานของงานภารกิจ (authentic tasks) มีทั้งการประเมินผลด้านกระบวนการเรียนรู้ ทักษะ ทักษะทางสังคม ผ่านการสังเกตการณ์ในสถานการณ์จริง (Authentic assessment) และให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการประเมินตนเองเพื่อการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ การประเมินผลจะพิจารณาความแตกต่างของบุคคลประกอบด้วย ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ ได้แก่ แบบประเมินทักษะการเขียนโปรแกรมและชิ้นงานแบบสัมภาษณ์ และแบบสำรวจความคิดเห็นของนักเรียน ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.5 ผลที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระเจ้าเกัลลัธนบุรี (2546) ได้ระบุถึง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม ว่ามีผลดีดังนี้ คือ

1. นักเรียนได้รู้จักและเข้าใจตนเองดีขึ้น โดยทราบข้อดีและข้อบกพร่องของตนเอง
2. นักเรียนได้รู้จักคิดอย่างมีระบบมากขึ้น เพราะการเรียนรู้จากการทำงาน ทำให้ต้องพยายามคิด พิจารณาคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา ทำให้รู้จักจัดระบบความคิดเพื่อแก้ปัญหานั้น
3. นักเรียนรู้จักวิธีการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองมากขึ้น

4. นักเรียนรู้จักแก้ปัญหาและตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น จากการฝึกฝนการวิเคราะห์ปัญหาและข้อมูลต่างๆ ที่พบในระหว่างการลงมือปฏิบัติ อันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริง

5. นักเรียนกล้าแสดงออกอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เป็นผู้พูดและผู้ฟังที่ดี

6. นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ จากการทำงานที่มีโอกาสได้คิดสร้างสรรค์ต่างๆ มีโอกาสได้ลองผิดลองถูก หรือการที่ได้พยายามแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่คิดหลากหลาย พยายามแก้ปัญหาโดยไม่ตีกรอบความคิดของตนเองมากเกินไป

7. ทำให้เป็นคนใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่นมากขึ้น ไม่ปิดใจ เชื่อตนเองอยู่ฝ่ายเดียว และรู้จักการเป็นผู้ให้โดยเรียนรู้ว่าการให้เป็นความสุขอย่างหนึ่ง (ผู้ให้ย่อมเป็นที่รัก)

8. รู้จักการเคารพตนเองและผู้อื่นจากการทำงานร่วมกันในบรรยากาศที่เป็นกันเอง

9. มีความเป็นมิตร ทำให้นักเรียนรู้จักเคารพตนเอง และปฏิบัติตนด้วยความเคารพต่อผู้อื่น

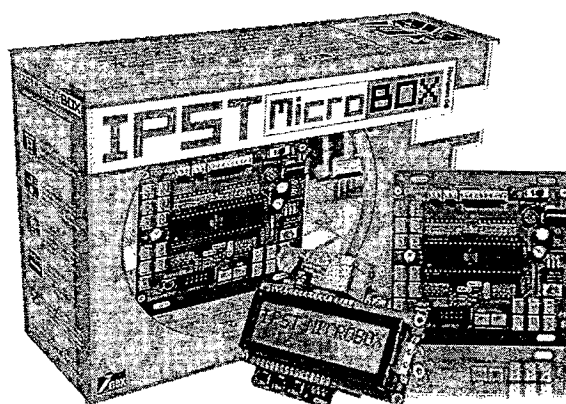
10. รู้จักการทำใจเป็นกลางและเลือกปฏิบัติตนตามทางสายกลาง รวมทั้งมีเป้าหมายชีวิตและมีแนวทางในการดำเนินชีวิตของตนเองที่ชัดเจนขึ้น

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม ในรายวิชาการโปรแกรมและการประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยดำเนินการตาม 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) จุดประกายความคิด 2) สะกิดให้ค้นคว้า 3) นำพาสู่การปฏิบัติ 4) จัดองค์ความรู้ และ 5) นำเสนอความรู้การประเมิน โดยมีการจัดบรรยากาศการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย 1) มีทางเลือก เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกสร้างหรือปฏิบัติสิ่งที่ตนเองอยากจะทำหรือสนใจ 2) มีความหลากหลาย ทั้งด้านทักษะ คือ นำนักเรียนที่มีระดับการเรียนรู้ที่แตกต่างกันทั้งเก่ง ปานกลาง อ่อน มาทำงานร่วมกัน และหลากหลายทางด้านรูปแบบ คือ นักเรียนสามารถสร้างงานได้ด้วยวิธีที่ต่างกันไป ไม่มีวิธีการที่กำหนดไว้แน่นอนตายตัว และ 3) มีความเป็นเอง นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นของตนเองได้อย่างเสรี มีบรรยากาศในการเรียนรู้ที่สนุกสนาน โดยใช้กล่องสมองกล IPST-MicroBOX เป็นเครื่องมืออุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนสามารถนำไปบูรณาการกับรายวิชาอื่นได้อย่างง่ายดาย มีเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ ได้แก่ แบบประเมินทักษะการเขียนโปรแกรมและชิ้นงานแบบสัมภาษณ์ และแบบสำรวจความคิดเห็นของนักเรียน ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

กล่องสมองกล IPST-MicroBOX

กล่องสมองกล IPST-MicroBOX ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยสาขาคอมพิวเตอร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เพื่อเป็นสื่อทางเลือกหนึ่งสำหรับครูผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนวิชาการเขียนโปรแกรม วิชาโครงงาน ในระดับมัธยมศึกษา ชุดการเรียนการสอนนี้ จะเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ นักเรียนได้รู้เกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ การทำโครงงานซึ่งต้องบูรณาการกับวิชา ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนมีความน่าสนใจ และเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการสอนเพื่อให้นักเรียนรักการเขียนโปรแกรม รู้จักคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาทั้งในวิชาที่เรียนและในชีวิตประจำวัน (Inex, n.d., p.3)

IPST-MicroBOX เป็นชุดแผงวงจรเอนกประสงค์ที่ใช้อุปกรณ์ควบคุมโปรแกรมได้ขนาดเล็กที่เรียกว่า “ไมโครคอนโทรลเลอร์” (microcontroller) ทำงานร่วมกับวงจรเชื่อมต่ocomพิวเตอร์เพื่อการโปรแกรมและสื่อสารข้อมูล โดยในชุดประกอบด้วย แผงวงจรควบคุม ซึ่งมีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์หลัก แผงวงจรโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ กลุ่มของแผงวงจรอุปกรณ์แสดงผลการทำงาน หรืออุปกรณ์เอาต์พุต อาทิ แผงวงจรแสดงผลด้วยไดโอดเปล่งแสงสองสี แผงวงจรแสดงผลตัวเลข 4 หลัก แผงวงจรขับแสงอินฟราเรด แผงวงจรขับมอเตอร์ และแผงวงจรขับรีเลย์ รวมถึงแผงวงจรอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณหรือเซนเซอร์ (sensor) ซึ่งมีด้วยกันหลากหลายรูปแบบ ดังนั้น จึงสามารถนำชุดกล่องสมองกล IPST-MicroBOX นี้ มาใช้ในการเรียนรู้ การทดลองและพัฒนาโครงงานทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมอัตโนมัติได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพสูง (Inex, n.d., p.41) ดังภาพ 3



ภาพ 3 กล่องสมองกล IPST-MicroBOX

1. ส่วนประกอบของกล่องสมองกล IPST-MicroBOX

กล่องสมองกล IPST-MicroBOX ประกอบด้วย ชุดอุปกรณ์ในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์หลัก ชุดอุปกรณ์เอาต์พุต ชุดอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ ชุดอุปกรณ์แสดงผลและเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ ดังต่อไปนี้ (Inex, n.d., pp.41-62)

- 1.1 แผงวงจรหลัก MicroBOX
- 1.2 ชุดดาวนโหลดโปรแกรมแบบ ISP
- 1.3 แผงวงจรไฟแสดงผล: ZX-LED
- 1.4 แผงวงจรไฟแสดงผล 2 สี: ZX-LED2C
- 1.5 แผงวงจรแสดงผลตัวเลข 4 หลัก: DSP-4
- 1.6 แผงวงจรลำโพงเปียโซ: ZX-SPEAKER
- 1.7 แผงวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟตรง 2 ช่อง: ZX-DCM2
- 1.8 แผงวงจรขับเคลื่อนรีเลย์ 4 ช่อง: RELAY-4i
- 1.9 แผงวงจรกำเนิดแสงอินฟราเรด: ZX-IR LED
- 1.10 แผงวงจรสวิตช์: ZX-SWITCH
- 1.11 แผงวงจรตรวจจับแสง: ZX-LDR
- 1.12 แผงวงจรตรวจจับแสงอินฟราเรดโดยใช้โฟโตทรานซิสเตอร์: ZX-Photo Transistor
- 1.13 แผงวงจรตรวจจับเสียง: ZX-SOUND
- 1.14 แผงวงจรตรวจจับแสงสะท้อน: ZX-REFLECT
- 1.15 แผงวงจรวัดอุณหภูมิ: ZX-THERMISTOR
- 1.16 แผงวงจรตัวต้านทานปรับค่าได้แบบแกนหมุน: POTENTIONMETER
- 1.17 แผงวงจรตัวต้านทานปรับค่าได้แบบแกนเลื่อน: ZX-SLIDE
- 1.18 แผงวงจรวัดค่าความต้านทาน: ZX-RESISTANCE
- 1.19 แผงวงจรตรวจจับและวัดสนามแม่เหล็ก: ZX-MAGNETIC
- 1.20 GP2D120 ไมครูลตรวจจับระยะทางแบบอินฟราเรด
- 1.21 แผงวงจรไมครูลรับแสงอินฟราเรด 38kHz: 38kHz Infrared Receiver
- 1.22 แผงวงจรแสดงผลและพอร์ตเอนกประสงค์: Display-io

2. ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมสำหรับ IPST-MicroBOX

ในการพัฒนาโปรแกรมควบคุมชุดกล่องสมองกล IPST-MicroBOX ใช้โปรแกรมภาษา C เป็นหลัก ดังนั้น ก่อนการใช้งานจึงต้องติดตั้งซอฟต์แวร์อันเป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ 4 รายการหลักๆ ดังนี้ (Inex, n.d., pp.6-7)

2.1 AVR Studio

เป็นซอฟต์แวร์สำหรับสร้างโปรแกรมควบคุม โดยภายใน AVR Studio ได้บรรจุเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกต่อการพัฒนาโปรแกรมภาษา C ทั้งยังสามารถเชื่อมโยงการทำงานในส่วนต่างๆ กับคอมไพเลอร์ที่กำหนดได้ด้วย โดยคอมไพเลอร์ที่นำมาใช้ร่วมกัน คือ WinAVR สามารถติดต่อกับไฟล์ไลบรารี ipst.h ซึ่งบรรจุฟังก์ชันของโปรแกรมภาษา C สำหรับติดต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งยังสามารถติดต่อกับซอฟต์แวร์สำหรับโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์หลักของแผงวงจรควบคุมในชุดกล่องสมองกล IPST-MicroBOX ได้ด้วย ดังนั้น ซอฟต์แวร์ AVR Studio จึงเหมาะสมอย่างยิ่งในการนำใช้พัฒนาโปรแกรมเพื่อสนับสนุนการทำงานของชุดกล่องสมองกล IPST-MicroBOX โดย AVR Studio พัฒนาและเผยแพร่โดยไม่คิดมูลค่า โดย Atmel ซึ่งเป็นผู้ผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA16 ที่ใช้เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์หลักของชุดกล่องสมองกล IPST-MicroBOX สำหรับเวอร์ชันที่นำมาใช้กับ IPST-MicroBOX คือ AVR Studio 4.13 และสามารถดาวน์โหลดเวอร์ชันที่อาจมีการอัปเดตที่ www.atmel.com

2.2 WinAVR

เป็นซอฟต์แวร์ C คอมไพเลอร์หรือตัวแปลภาษา C สำหรับไมโคร คอนโทรลเลอร์ AVR โดย WinAVR เป็นซอฟต์แวร์แบบโอเพ่นซอร์ส (open source) พัฒนาต่อจาก GNU GCC คอมไพเลอร์ สามารถดูข้อมูลเพิ่มเติมรวมทั้งดาวน์โหลดซอฟต์แวร์ใหม่ๆ (ที่อาจมี) จาก <http://sourceforge.net/projects/winavr/> โดยในชุดกล่องสมองกล IPST-MicroBOX จะอ้างอิงการเขียนโปรแกรมภาษา C กับ WinAVR ในเวอร์ชัน 20070525 เมื่อทำการติดตั้ง WinAVR แล้วจะสามารถเชื่อมโยงการทำงานเข้ากับ AVR Studio ได้ ดังนั้น จึงสามารถทำการเขียนโปรแกรมภาษา C บน AVR Studio แล้วทำการคอมไพล์โปรแกรมด้วย WinAVR ได้อย่างต่อเนื่อง โดยผลลัพธ์ของการคอมไพล์จะได้เป็นไฟล์นามสกุล .hex อันเป็นไฟล์รหัสภาษาเครื่องหรือที่เรียกว่า “แมชีนโค้ด” โดยเป็นไฟล์ผลลัพธ์ที่ได้จากการพัฒนาสามารถนำไปดาวน์โหลดลงสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป ได้ทันที

2.3 ไฟล์ไลบรารี ipst.h

เป็นไฟล์สนับสนุนชุดคำสั่งหรือฟังก์ชันต่างๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในการสร้างโปรแกรมควบคุมการทำงานของแผงวงจร MicroBOX อันเป็นแผงวงจรควบคุมหลักของชุดกล่องสมองกล IPST-MicroBOX อาทิ คำสั่งควบคุมอินพุต/เอาต์พุต ทั้งแบบสัญญาณดิจิทัลและอะนาล็อก คำสั่งติดต่อกับกลุ่มอุปกรณ์ตรวจจับหรือเซนเซอร์แบบต่างๆ คำสั่งส่งข้อมูลไปยังหน่วยแสดงผลแบบต่างๆ ทั้ง LED ธรรมดา LED ตัวเลข 7 ส่วนและโมดูล LCD เป็นต้น

2.4 PonyProg2000

หลังจากที่ทำการคอมไพล์โปรแกรมภาษา C แล้ว ไฟล์ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นไฟล์นามสกุล .hex ซึ่งจะต้องนำไปโปรแกรมหรือเขียนลงในหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA16 สำหรับในชุดกล่องสมองกล IPST-MicroBOX สามารถใช้ได้ 2 ตัว คือ

2.4.1 PonyProg2000 เป็นผลงานของ Claudio Lanconelli นักพัฒนาโปรแกรมชาวอิตาลี ใช้กับชุดดาวินโหลดโปรแกรมผ่านพอร์ตขนาน จะต้องทำการติดตั้งเพิ่มเติม สามารถดาวินโหลดเวอร์ชันใหม่ที่อาจมีที่ <http://www.lancos.com>

2.4.2 AVRProg เป็นผลงานของ Atmel ใช้กับชุดดาวินโหลดโปรแกรมผ่านพอร์ตอนุกรม โดยAVRProg ได้รับการติดตั้งไปพร้อมกับการติดตั้งซอฟต์แวร์ AVR Studio

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้กล่องสมองกล IPST-MicroBOX เป็นสื่อในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม รายวิชาการโปรแกรมและการประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เนื่องจาก IPST-MicroBOX ถูกพัฒนาขึ้น เพื่อให้ นักเรียนได้รู้เกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถนำไปจัดทำเป็นโครงงานที่บูรณาการเข้ากับวิชาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา คณิตศาสตร์ และ คอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้การสอนมีความน่าสนใจ ได้ชิ้นงานที่หลากหลาย นักเรียนรู้จัก คิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาทั้งในวิชาที่เรียนและในชีวิตประจำวันได้ อีกทั้งยังน่าจะพัฒนาทักษะ การเขียนโปรแกรมของนักเรียนให้สูงขึ้นได้

ทักษะการเขียนโปรแกรม

1. ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม

ธีรวัฒน์ ประกอบผล (2553, หน้า 31-34) กล่าวถึง ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม ว่า การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้ทำงานได้ตามที่เราต้องการนั้น ผู้เขียนโปรแกรมจะต้องรู้ว่าจะให้ โปรแกรมทำอะไร มีข้อมูลอะไรที่ต้องให้กับโปรแกรมบ้าง และต้องการเอาต์พุตอย่างไร จากโปรแกรมทั้งรูปแบบการแสดงผลด้วย ผู้ที่ทำการเขียนโปรแกรมจะต้องทราบถึงขั้นตอนวิธีการ ของการแก้ปัญหาของโปรแกรมด้วยว่าจะต้องทำอะไร โดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอนขึ้นมาก่อน แล้วจดบันทึกเอาไว้ จากนั้นจึงนำลำดับขั้นตอนที่เขียนขึ้นมาเขียนเป็นโปรแกรม ถ้าหากผู้เขียน โปรแกรมไม่ได้วางแผนขั้นตอนการทำงานต่างๆ ไว้ก่อน หากต้องการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรม ในภายหลังจะทำให้เสียเวลามากในการศึกษาโปรแกรมก่อนที่จะทำการแก้ไข ถ้าหากโปรแกรม มีความซับซ้อนไม่มาก การศึกษาโปรแกรมเพื่อแก้ไขปัญหาก็ไม่มากนัก แต่ถ้าหากโปรแกรม มีความซับซ้อนมากจะทำให้ขั้นตอนการศึกษาปัญหายิ่งใช้เวลามากขึ้นไปด้วย โดยทั่วไปแล้ว ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมแบ่งได้ ดังนี้

1. การกำหนดและวิเคราะห์ปัญหา (Problem Definition and Problem Analysis) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนแรกสุดที่นักเขียนโปรแกรมจะต้องทำ การให้คอมพิวเตอร์แก้ปัญหาต่างๆ ให้นั้น เราจะต้องมีแนวทางที่แก้ไขปัญหาที่เหมาะสมให้กับคอมพิวเตอร์ เพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ถ้าหากผู้ที่เขียนโปรแกรมไม่สามารถทำความเข้าใจกับปัญหาที่ต้องการแก้ไขได้ การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ก็ไม่สามารถทำได้ การกำหนดและวิเคราะห์ปัญหามีขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้

1.1 กำหนดขอบเขตของปัญหา โดยกำหนดรายละเอียดให้ชัดเจนว่าจะให้คอมพิวเตอร์ทำอะไร ตัวแปรค่าคงที่ที่ต้องใช้มีลักษณะใด ถ้าหากเราไม่กำหนดขอบเขตของปัญหา จะทำให้คอมพิวเตอร์ตัดสินใจได้ยากกว่าข้อมูลต่างๆ ที่เกิดขึ้นนั้นถูกหรือผิด

1.2 กำหนดลักษณะของข้อมูลเข้าและออกจากระบบ (Input/Output Specification) โดยต้องรู้ว่าข้อมูลที่จะส่งเข้าไปเป็นอย่างไร มีอะไรบ้าง เพื่อให้โปรแกรมทำการประมวลผลและแสดงผลลัพธ์ เช่น การรับค่าจากคีย์บอร์ด การใช้เมาส์ การกำหนดปุ่มต่างๆ ลักษณะการแสดงผลทางหน้าจอว่าจะให้มีรูปร่างอย่างไร โดยคำนึงถึงผู้ใช้เป็นหลักในการออกแบบโปรแกรม ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการรับข้อมูลเข้าไปประมวลผล ก็ต้องพิจารณาว่าข้อมูลนั้นเป็นตัวอักษรหรือตัวเลข ถ้าเป็นตัวเลขก็ต้องพิจารณาต่อว่าเป็นตัวเลขจำนวนเต็มหรือทศนิยม เอาต์พุตที่แสดงออกทางจอภาพจะให้เห็นทศนิยมกี่ตำแหน่ง เป็นต้น

1.3 กำหนดวิธีการประมวลผล (Process Specification) โดยต้องรู้ว่าจะให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลอย่างไร จึงได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ

2. การเขียนผังงานและซูดโค๊ด (Pseudocoding) หลังจากที่ได้วิเคราะห์ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะต้องใช้เครื่องมือช่วยในการออกแบบโปรแกรม ซึ่งยังไม่ได้เขียนเป็นโปรแกรมจริงๆ แต่จะช่วยให้เขียนโปรแกรมได้ง่ายขึ้น และทำให้ผู้อื่นนำโปรแกรมของเราไปพัฒนาต่อได้ง่ายขึ้น โดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมที่เรียกว่าอัลกอริทึม (Algorithm) ซึ่งจะแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยใช้ประโยคที่ชัดเจนไม่คลุมเครือ และมีรายละเอียดการทำงานพอสมควรเพียงพอที่จะนำไปเขียนเป็นโปรแกรมให้ทำงานจริง โดยอัลกอริทึมนั้นอาจเขียนให้อยู่ในรูปของรหัสจำลองหรือซูดโค๊ด (Pseudo-code) หรือเขียนเป็นผังงาน (Flowchart) ก็ได้ โดยซูดโค๊ดจะเป็นคำอธิบายขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม เป็นคำย่อไม่มีรูปแบบเฉพาะตัว โดยแต่ละส่วนจะเป็นแนวทางในการเขียนโปรแกรมซึ่งทำให้เขียนโปรแกรมเป็นภาษาต่างๆ ได้ง่ายขึ้น ส่วนผังงานจะใช้สัญลักษณ์ต่างๆ แทนการทำงานและทิศทางของโปรแกรม

3. การเขียนโปรแกรม (Programming) หลังจากที่ผ่านมาขั้นตอนทั้งสองแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะต้องเขียนเป็นโปรแกรมเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลได้ โดยเปลี่ยนขั้นตอนการทำงานให้อยู่ในรูปรหัสภาษาคอมพิวเตอร์ การเขียนโปรแกรมจะต้องเขียนตามภาษาที่คอมพิวเตอร์เข้าใจ โดยอาจใช้ภาษาระดับสูงหรือระดับต่ำ ซึ่งสามารถเลือกได้หลายภาษา การเขียนโปรแกรมแต่ละภาษาจะต้องทำตามหลักไวยากรณ์ (syntax) ที่กำหนดไว้ในภาษานั้น นอกจากนี้ การเลือกใช้ภาษาจะต้องพิจารณาถึงความถนัดของผู้เขียนโปรแกรมด้วย

4. การทดสอบและแก้ไขโปรแกรม (Program Testing and Debugging) หลังจากเขียนโปรแกรมจะต้องทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมที่เขียนขึ้น หาจุดผิดพลาดของโปรแกรมว่ามีหรือไม่ และตรวจสอบจนไม่พบที่ผิดอีก จุดผิดพลาดของโปรแกรมนี้นี้เรียกว่า บั๊ก (Bug) ส่วนการแก้ไขข้อผิดพลาดให้ถูกต้องเรียกว่า ดีบั๊ก (Debug) โดยทั่วไปแล้วข้อผิดพลาดจากการเขียนโปรแกรมจะมีสองประเภท คือ

4.1 การเขียนคำสั่งไม่ถูกต้องตามหลักการเขียนโปรแกรมภาษานั้นๆ ซึ่งเรียกว่า Syntax Error หรือ Coding Error ข้อผิดพลาดประเภทนี้เรามักจะพบตอนแปลภาษาโปรแกรมเป็นรหัสเครื่อง

4.2 ข้อผิดพลาดทางตรรกะ หรือ Logic Error เป็นข้อผิดพลาดที่โปรแกรมทำงานได้ แต่ผลลัพธ์ออกมาไม่ถูกต้อง

5. การทำเอกสารและบำรุงรักษาโปรแกรม (Program Documentation and Maintenance) ขั้นตอนนี้จะทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสะดวกในการตรวจสอบข้อผิดพลาด โดยเขียนเป็นเอกสารประกอบโปรแกรมขึ้นมา โดยทั่วไปแล้วแบ่งออกเป็นสองประเภท คือ

5.1 คู่มือการใช้ หรือ User Document หรือ User Guide ซึ่งจะอธิบายการใช้โปรแกรม

5.2 คู่มือโปรแกรมเมอร์ หรือ Program Document หรือ Technical Reference ซึ่งจะอำนวยความสะดวกในการแก้ไขโปรแกรมและพัฒนาโปรแกรมในอนาคต โดยจะมีรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับโปรแกรม เช่น ชื่อโปรแกรม การรับข้อมูล การพิมพ์ผลลัพธ์ขั้นตอนต่างๆ ในโปรแกรม เป็นต้น

ส่วนการบำรุงรักษาโปรแกรม (Maintenance) เป็นการที่ผู้เขียนโปรแกรมจะต้องคอยตรวจสอบการใช้โปรแกรมจริง เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดซึ่งอาจเกิดขึ้นในภายหลัง รวมทั้งพัฒนาโปรแกรมให้ทันสมัยอยู่เสมอเมื่อเวลาผ่านไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 216-220) กล่าวถึงขั้นตอนการเขียนโปรแกรม ว่าหลังจากที่ได้ออกแบบวิธีในการแก้ปัญหาซึ่งอยู่ในรูปแบบของรหัสจำลองหรือผังงานแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาโปรแกรมตามผังงานดังกล่าว ซึ่งถ้านักเขียนโปรแกรมมีความรู้ความชำนาญในการเขียนโปรแกรมภาษาหนึ่งภาษาใดอยู่แล้ว จะสามารถทำได้โดยง่าย อย่างไรก็ตาม นักเรียนโปรแกรมก็ยังคงต้องทำการตรวจสอบว่าโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นทำงานได้ถูกต้อง และให้ผลลัพธ์ที่ไม่ผิดพลาดสำหรับทุกกรณี จึงจะสามารถนำโปรแกรمدังกล่าวไปใช้งานได้ นอกจากนี้ นักเขียนโปรแกรมยังควรที่จะจัดทำเอกสารประกอบการเขียนโปรแกรม ซึ่งเป็นเครื่องมือให้ผู้ที่จะมาพัฒนาโปรแกรมต่อไปในอนาคต ทำความเข้าใจกับโปรแกรมที่จัดทำขึ้นได้สะดวกและรวดเร็ว รวมถึงให้ผู้ที่ใช้โปรแกรมเข้าใจวิธีการใช้งานโปรแกรมอย่างรวดเร็ว ซึ่งขั้นตอนการเขียนโปรแกรม ประกอบด้วยขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรม ในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้กับระบบงานขนาดใหญ่ที่มีการแบ่งงานวิเคราะห์ระบบและงานเขียนโปรแกรมออกจากกันนั้น โดยทั่วไปการมอบหมายงานให้นักเรียนโปรแกรม จะเป็นการกำหนดความต้องการของโปรแกรมในภาพรวม แต่ไม่ได้ระบุรายละเอียดถึงขั้นเป็นรหัสจำลองหรือผังงานที่ละเอียด นักเรียนโปรแกรมจึงต้องศึกษาถึงความต้องการของงานที่ได้รับมอบหมาย ข้อมูลนำเข้า ข้อมูลส่งออก และกระบวนการในการแก้ปัญหาอย่างละเอียดเพื่อพัฒนาขึ้นเป็นขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหา ซึ่งอยู่ในรูปแบบของผังงานอย่างละเอียด

2. การเขียนโปรแกรมจากรหัสจำลองหรือผังงาน โดยทั่วไปการเขียนโปรแกรมจากรหัสจำลองหรือผังงานที่ได้ออกแบบไว้อย่างดีแล้ว นักเรียนโปรแกรมสามารถทำได้โดยง่ายและรวดเร็ว ซึ่งจะเป็นการแปลงมาจากแต่ละสัญลักษณ์ของผังงาน ไปเป็นคำสั่งที่สอดคล้องกันในภาษาโปรแกรมที่เลือกใช้ โดยโปรแกรมที่จะต้องมีการตรวจสอบและแจ้งข้อผิดพลาดให้แก่ผู้ใช้งานโปรแกรมทราบ โดยที่การทำงานของโปรแกรมไม่สะดุดลง ตัวอย่างเช่น ให้การเขียนโปรแกรมเพื่อหาค่าของผลหาร ถ้าหากว่ามีการรับข้อมูลนำเข้าเป็นตัวหาร แต่ผู้ใช้ป้อนข้อมูลตัวหารเป็นศูนย์ โปรแกรมจะเกิดข้อผิดพลาดในการทำงานขึ้น ดังนั้นโปรแกรมควรต้องทำการตรวจสอบว่า ถ้าตัวหารเป็นศูนย์ ต้องแจ้งข้อความผิดพลาดให้ผู้ใช้งานทราบ

3. การเตรียมข้อมูลสำหรับทดสอบโปรแกรม ในระหว่างขั้นตอนการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปของรหัสจำลองหรือผังงานนั้น นักเขียนโปรแกรมควรพิจารณาถึงข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการทดสอบโปรแกรมที่จะเขียนขึ้นด้วย ความสมบูรณ์ของข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรมมีความสำคัญมาก เนื่องจากจะเป็นสิ่งบอกถึงความถูกต้องของโปรแกรมที่เขียนขึ้น ว่ามี

ความถูกต้องครอบคลุมข้อมูลนำเข้าทุกรูปแบบ โดยตรวจสอบว่ามีข้อมูลนำเข้ารูปแบบใดที่โปรแกรมไม่สามารถรองรับได้ เช่น ข้อมูลไม่อยู่ในช่วงที่ถูกต้อง และข้อมูลที่รับเข้าเป็นตัวเลข แต่ผู้ใช้ป้อนค่าเป็นตัวอักษร

4. การทดสอบโปรแกรม หลังจากได้เขียนโปรแกรมและเตรียมข้อมูลสำหรับทดสอบอย่างครบถ้วนแล้ว ขั้นตอนการทดสอบโปรแกรมก็จะสามารถดำเนินการได้ ถ้าหากว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีความซับซ้อนไม่มากนัก นักเขียนโปรแกรมสามารถทำการทดสอบ โดยการรันโปรแกรม ป้อนข้อมูลที่ระบุ และตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้ ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและเหมาะสมสำหรับผู้เริ่มต้นฝึกหัดการเขียนโปรแกรม เนื่องจากสามารถทดสอบโปรแกรมได้อย่างรวดเร็ว ในบางครั้งนักเรียนโปรแกรมอาจต้องใช้โปรแกรมเฉพาะเพื่อทำการรันโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น และทดสอบกับชุดข้อมูลทดสอบอย่างอัตโนมัติ

5. การจัดทำเอกสารประกอบโปรแกรม ขั้นตอนสุดท้ายหลังจากที่ได้ทดสอบจนแน่ใจว่าโปรแกรมทำงานได้ถูกต้องกับชุดข้อมูลทดสอบทั้งหมดแล้ว คือการจัดทำเอกสารประกอบ ในขั้นตอนนี้ นักเขียนโปรแกรมจะต้องรวบรวมรายละเอียดทั้งหมดในระหว่างการพัฒนาโปรแกรม เช่น รายละเอียดของปัญหาที่ได้ทำการวิเคราะห์ไว้ ข้อมูลออกที่ต้องการ ข้อมูลเข้าที่เป็นไปได้ทั้งหมด วิธีการประมวลผลเพื่อแก้ปัญหา รหัสจำลองหรือผังงานที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว และสอดคล้องกับโปรแกรมที่ได้เขียนขึ้น ภาษาที่ใช้ คุณลักษณะของเครื่องคอมพิวเตอร์ และรุ่นของระบบปฏิบัติการที่โปรแกรมทำงานด้วย ชุดข้อมูลทดสอบ และผลการทดสอบโปรแกรม โดยนำรายละเอียดทั้งหมดนี้มาจัดทำเป็นรายงานหรือเอกสาร เพื่อจัดเก็บควบคู่กับตัวโปรแกรมฉบับที่เขียนขึ้น สำหรับใช้อ้างอิงในอนาคตเมื่อต้องการแก้ไขหรือพัฒนาโปรแกรมต่อไป นอกจากนี้ควรมีการจัดทำคู่มือสำหรับผู้ใช้งาน ซึ่งอธิบายขั้นตอนในการใช้งานโปรแกรม เพื่อให้ผู้ใช้เข้าใจวิธีการใช้งานอย่างถูกต้องและรวดเร็ว

ศรีไพร ศักดิ์รุ่งพงศากุล (2547) กล่าวถึง ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม ว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้งานได้นั้น ไม่สามารถเริ่มต้นจากการเขียนคำสั่งด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ได้ทันที จะต้องมีการวิเคราะห์ วางแผน และปฏิบัติตามกระบวนการทำงาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ

1. วิเคราะห์ปัญหา โดยจะเริ่มจากการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ต้องการ (Output) แล้วย้อนกลับไปยังข้อมูลที่นำเข้าสู่ระบบ (Input) ตลอดจนข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในการที่จะนำไปใช้ ในการประมวลผล

2. **ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา** เมื่อทราบผลลัพธ์ที่ต้องการและข้อมูลที่นำเข้าสู่ระบบแล้ว ต้องกำหนดการวางแผนในการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีเขียนลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาที่เรียกว่า อัลกอริทึม (Algorithm) และใช้เครื่องมือสำหรับช่วยในการเขียนอัลกอริทึม เช่น การเขียนรหัสจำลอง (Pseudo Code) การเขียนผังงาน (Flowchart) เป็นต้น

3. **เขียนโปรแกรม** เลือกภาษาคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากความสามารถของผู้เขียนโปรแกรมและประสิทธิภาพของภาษาคอมพิวเตอร์นั้นๆ ให้เหมาะสมกับระบบงานที่ต้องการแล้วเขียนชุดคำสั่งเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ตามอัลกอริทึมที่ได้ออกแบบไว้

4. **ทดสอบและแก้ไขโปรแกรม** ภายหลังจากเขียนโปรแกรมเสร็จสิ้น จะต้องทำการทดสอบโปรแกรมเพื่อหาข้อผิดพลาด (Error) ซึ่งข้อผิดพลาดที่พบในขั้นตอนการทดสอบโปรแกรมนั้น แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

4.1 ข้อผิดพลาดทางไวยากรณ์ภาษา (Syntax Error) เกิดจากการเขียนชุดคำสั่งไม่ถูกต้องตามไวยากรณ์ของภาษาคอมพิวเตอร์นั้นๆ ซึ่งแก้ไขได้ไม่ยาก

4.2 ข้อผิดพลาดระหว่างการประมวลผล (Runtime Error) เกิดขณะที่โปรแกรมกำลังประมวลผลหรือกำลังทำงานอยู่ โดยอาจจะเป็นความผิดพลาดจากการป้อนข้อมูลเข้าสู่ระบบแล้วไม่สามารถประมวลผลได้

4.3 ข้อผิดพลาดทางวิธีการคิด (Logical Error) เป็นข้อแก้ไขที่ยากที่สุดเพราะถึงแม้ว่าโปรแกรมจะประมวลผลได้ผลลัพธ์ออกมา จึงจำเป็นต้องมีการทดสอบหลายๆ เพื่อพิจารณาว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องตามขั้นตอนการประมวลผลที่ออกแบบไว้ หรือเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้งานหรือไม่

5. **จัดทำเอกสารประกอบ** เมื่อโปรแกรมผ่านการทดสอบแล้วก็ต้องจัดทำเอกสารประกอบ ซึ่งมีรายละเอียดของวิธีการใช้งานโปรแกรม วิธีการติดตั้งโปรแกรม ตลอดจนขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรม รวมถึงอัลกอริทึมและโปรแกรมต้นฉบับ (source code) เพื่อประโยชน์ในกรณีที่ต้องการแก้ไขหรือปรับปรุงโปรแกรมภายหลัง

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2551, หน้า 43) กล่าวถึง การเขียนโปรแกรม ไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยกำหนดเป็นตัวชี้วัดที่ ง3.1ม.4-6/6 เขียนโปรแกรมภาษา มีสาระการเรียนรู้แกนกลาง กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม มี 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ปัญหา การออกแบบโปรแกรม การเขียนโปรแกรม การทดสอบโปรแกรม และการจัดทำเอกสารประกอบ

จากการศึกษาขั้นตอนการเขียนโปรแกรมจากเอกสารต่างๆ และหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ขั้นตอนในการเขียนโปรแกรม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1. การวิเคราะห์ปัญหา
2. การออกแบบโปรแกรม
3. การเขียนโปรแกรม
4. การทดสอบโปรแกรม
5. การจัดทำเอกสารประกอบ

ดังนั้น ผู้วิจัย จึงขอนิยาม ทักษะการเขียนโปรแกรม สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ตอนปลายตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ไว้ว่า ทักษะการเขียน โปรแกรม หมายถึง ความสามารถในการเขียนโปรแกรม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์ปัญหา 2) การออกแบบโปรแกรม 3) การเขียนโปรแกรม 4) การทดสอบโปรแกรม และ 5) การจัดทำเอกสารประกอบ

2. การประเมินทักษะการเขียนโปรแกรม

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการประเมินทักษะปฏิบัติ และการประเมินตามแนวทาง ของทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม ซึ่งเป็นการประเมินตามสภาพจริง ผู้วิจัยเลือกที่จะใช้เกณฑ์ การประเมิน (Rubrics) ในการประเมินทักษะการเขียนโปรแกรม โดยจะประเมินทั้ง 2 ลักษณะ คือ 1) ผลงานที่ได้จากกระบวนการเขียนโปรแกรมของนักเรียน (ชิ้นงาน) และ 2) กระบวนการที่นักเรียน ใช้เพื่อให้เกิดผลงาน ซึ่งก็คือ ทักษะการเขียนโปรแกรม ใช้การประเมินแบบแยกส่วน (Analytic Rubrics) โดยพิจารณาแยกส่วนตามขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์ปัญหา 2) การออกแบบโปรแกรม 3) การเขียนโปรแกรม 4) การทดสอบโปรแกรม และ 5) การจัดทำ เอกสารประกอบ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม ด้วยกล่องสมองกล IPST-MicroBOX เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา ผลของศึกษางานวิจัย มีดังต่อไปนี้

เชษฐ ศิริสวัสดิ์ (2555) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดสื่อสำหรับออกแบบและ สร้างหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแบบบูรณาการตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้ เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา เป็นการศึกษาวิจัยและพัฒนา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดสื่อสำหรับ

ออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ เพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแบบบูรณาการตามแนว
 ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) ชุดสื่อ
 สำหรับออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ 2) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์
 3) แบบทดสอบผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
 4) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดสื่อสำหรับออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ และ
 5) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้การออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ ทำการ
 ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนวัดราชบูรพารัศมี จังหวัดชลบุรี ที่มีความสนใจ
 จำนวน 30 คน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Dependent t-test และ One-sample t-test ผลการวิจัย
 พบว่า ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองใช้
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดสื่อสำหรับออกแบบและ
 สร้างหุ่นยนต์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 3.50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความคิดเห็น
 ของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้การออกแบบและสร้างหุ่นยนต์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 3.50 อย่างมี
 นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บานเย็น อินทองแก้ว (2555) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่าย
 อินเทอร์เน็ตตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา เรื่องการออกแบบผลิตภัณฑ์
 ด้วยโปรแกรม Pro/Engineer สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกาบังพิทยาคม โดยมี
 วัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้ เพื่อสร้างสรรค์
 ด้วยปัญญา เรื่องการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยโปรแกรม Pro/Engineer และศึกษาสมรรถนะ
 ด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ ที่เกิดจากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยศึกษากับกลุ่ม
 ตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกาบังพิทยาคม จำนวน 28 คน โดยวิธีการสุ่ม
 อย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบประเมินคุณภาพ
 บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบวัดสมรรถนะของนักเรียนด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ
 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ
 ทดสอบสมมติฐานแบบ One Sample t-Test ผลการวิจัยพบว่า 1) คุณภาพของบทเรียน
 บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก 2) ประสิทธิภาพของบทเรียน
 บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีประสิทธิภาพที่ 82.85/84.80 3) สมรรถนะของนักเรียนหลังการใช้
 บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้านความรู้ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80.57 ด้านทักษะในการใช้งาน
 โปรแกรม Pro/Engineer อยู่ในระดับดี และด้านเจตคติอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง

ศรัณย์ ศรลัมพ์ (2554) ได้ทำการวิจัยเรื่อง กิจกรรมการเรียนรู้วิชาโครงงานออกแบบและเทคโนโลยีตามแนว Constructionism สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ และศึกษาผลที่ได้จากการเรียนรู้วิชาออกแบบและเทคโนโลยีตามแนว Constructionism เป็นการวิจัยเชิงปริมาณและคุณภาพ กลุ่มที่ศึกษาคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ หอวัง นนทบุรี จำนวน 14 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคือ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกการสังเกต แบบสัมภาษณ์ แบบบันทึกการเรียนรู้หลังเรียน และ Scoring Rubrics ผลการศึกษา พบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมี 5 องค์ประกอบ คือ สืบเสาะ (Investigate) คิดสร้างสรรค์ (Create) ลงมือปฏิบัติ (Act) คิดพิจารณาไตร่ตรอง (Reflect) และการประเมิน (Evaluate) หรือ ICARE ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ระยะ คือ สร้างความคุ้นเคย เล่นกับวัตถุช่วยคิด และสร้างชิ้นงานสิ่งประดิษฐ์ 2) ผลที่ได้จากการเรียนรู้ด้วย ICARE ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่ศึกษาอยู่ในระดับค่อนข้างดีถึงดีเยี่ยม ผลการจัดกิจกรรม ICARE พบว่า ผู้เรียนสร้างชิ้นงานโดยเริ่มต้นที่องค์ประกอบที่แตกต่างกัน ข้อค้นพบเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างผู้เรียนทำโครงงานคือ ครูทำหน้าที่สร้างบรรยากาศการเรียนรู้โดยการเรียนรู้ไปพร้อมๆ กันกับผู้เรียนในขณะที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์โดยเล่นกับวัตถุช่วยคิด ซึ่งสอดคล้องกับองค์ประกอบ C ส่วนด้านข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่า ผู้เรียนเรียนอย่างมีความสุข และผู้เรียนรู้สึกพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงบทบาทของครู ซึ่งสอดคล้องกับองค์ประกอบประเมิน E จึงสรุปได้ว่า ข้อค้นพบจากการเรียนรู้ด้วย ICARE ตามแนว Constructionism เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิด ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติจนสามารถสร้างชิ้นงานพร้อมกับการสร้างความรู้ขึ้นในตน นอกจากนั้นยังเป็นการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) การแก้ปัญหา (Problem Solving) และการประยุกต์ความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ที่มักไม่พบในกระบวนการเรียนรู้โดยทั่วไป

เจษฎา ประवालปัทม์กุล (2553) ได้ทำการวิจัยเรื่อง เทคนิคเชิงประสิทธิภาพสำหรับการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาเทคนิคเชิงประสิทธิภาพสำหรับการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรม เรื่องกระบวนการแก้ไขปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคเชิงประสิทธิภาพกับการสอนแบบปกติ เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบวิจัยกึ่งทดลอง โดยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแสงทองวิทยา จังหวัดสงขลา จำนวน 111 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคอมพิวเตอร์ ซึ่งใช้วิธีการออกแบบย้อนกลับโดยอ้างทฤษฎีคอนสตรัคชันนิสซึม

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ Two-sample z-test ผลการทดลองพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยเทคนิคเชิงประสิทธิภาพสำหรับการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกับกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ทัศนิตา คุณสนอง (2553) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์บนเครือข่ายสังคม เรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์บนเครือข่ายสังคม 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) เพื่อประเมินตามสภาพจริง 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) การจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์บนเครือข่ายสังคม 2) แบบประเมินคุณภาพ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4) แบบประเมินกิจกรรมการเรียนตามสภาพจริง และ 5) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มห้อง การทดลองใช้แผน One Group Pretest-Posttest Design สถิติที่ใช้ในการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้ t-test แบบ Dependent ผลการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนการสอนตามคอนสตรัคติวิสต์ที่พัฒนาขึ้นได้นำ Facebook และ Application ของ Facebook มาใช้ โดยให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้และร่วมกันแก้ไขปัญหาตามสถานการณ์ที่ได้รับผ่านกิจกรรมแต่ละสัปดาห์ ซึ่งทำให้โครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนที่สร้างขึ้นโดยการตีความหมายที่แตกต่างกันตามประสบการณ์ของแต่ละคนที่มีอยู่เพื่อคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหา เกิดเป็นการสร้างความรู้ด้วยตนเองและเรียนรู้อย่างมีความหมาย ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 อยู่ในระดับดีมาก ผลการประเมินคุณภาพด้านสื่อและการนำเสนอ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 อยู่ในระดับดีมาก และนักเรียนมีคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ผลประเมินกิจกรรมตาม สภาพจริง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 อยู่ในระดับดี และผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 อยู่ในระดับมากที่สุด

กาญจนา ดาวเด่น (2551) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ เพื่อฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้สัมฤทธิ์ผลโดยการใช้อัลกอริทึม (Algorithms) สำหรับ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรมชั้นปีที่ 3 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ให้สัมฤทธิ์ผลโดยการใช้อัลกอริทึม (Algorithms โดยประชากรกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาสาขาวิชา เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรมชั้นปีที่ 3 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียน และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ผลการวิจัย พบว่า การเรียนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ช่วยทำให้นักเรียนมีประสิทธิภาพร้อยละ 86.76 มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนโดยรวมสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

ธนัฐพร จันทรแสดง (2551) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การประเมินโครงการพัฒนาระบบการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรคด้วยปัญญา โรงเรียนบ้านสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินโครงการพัฒนาระบบการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรคด้วยปัญญา โดยใช้ CIPP Model ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ คณะครู และผู้ปกครองนักเรียน จำนวนทั้งสิ้น 271 คน เครื่องมือที่ใช้คือ แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งจากผลการวิจัยสรุปข้อมูลออกเป็น 4 ด้าน คือ 1) ด้านบริบท พบว่า เพื่อให้ครูสามารถจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรคด้วยปัญญาได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ผู้บริหารและครูมีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก 2) ด้านปัจจัยนำเข้า พบว่า การแต่งตั้งคณะผู้ดำเนินการโครงการ การกำหนดบทบาทหน้าที่ผู้รับผิดชอบโครงการมีความเหมาะสม ครูและผู้เกี่ยวข้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงการนี้ การดำเนินโครงการ การวางแผนปฏิบัติการตามโครงการมีความชัดเจน มีระบบรายงานผลการปฏิบัติงานเหมาะสมและทันต่อเหตุการณ์ 3) ด้านกระบวนการ พบว่า บรรยากาศการเรียนการสอนมีความเป็นกันเอง ระหว่างครูกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียน มีทางเลือก คือ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกสร้างหรือปฏิบัติสิ่งที่ตนเองอยากทำหรือสนใจ มีความหลากหลายของรูปแบบและวิธีการในการสร้างงาน มีความหลากหลายของทักษะ 4) ด้านผลผลิต พบว่า ด้านครู ครูมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีกับนักเรียน มีทักษะในการสื่อความหมายกับนักเรียน มีทักษะในการใช้วิจารณ์ญาณตัดสินใจและแก้ปัญหา มีทักษะในการช่วยเหลือนักเรียน และสามารถดึงความคิดให้นักเรียนแสดงออกได้ ส่วนด้านนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความพอใจในการเรียนรู้ตามแนวทางทฤษฎี Constructionism นักเรียนเรียนรู้ได้เอง รู้จักแสวงหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่างๆ ที่มีอยู่ด้วยตนเอง สามารถทำงานเป็นกลุ่มหรือทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ ช่วยเหลือเกื้อกูลกันระหว่างเพื่อนนักเรียนและบุคคลอื่น มีความภาคภูมิใจในตนเอง

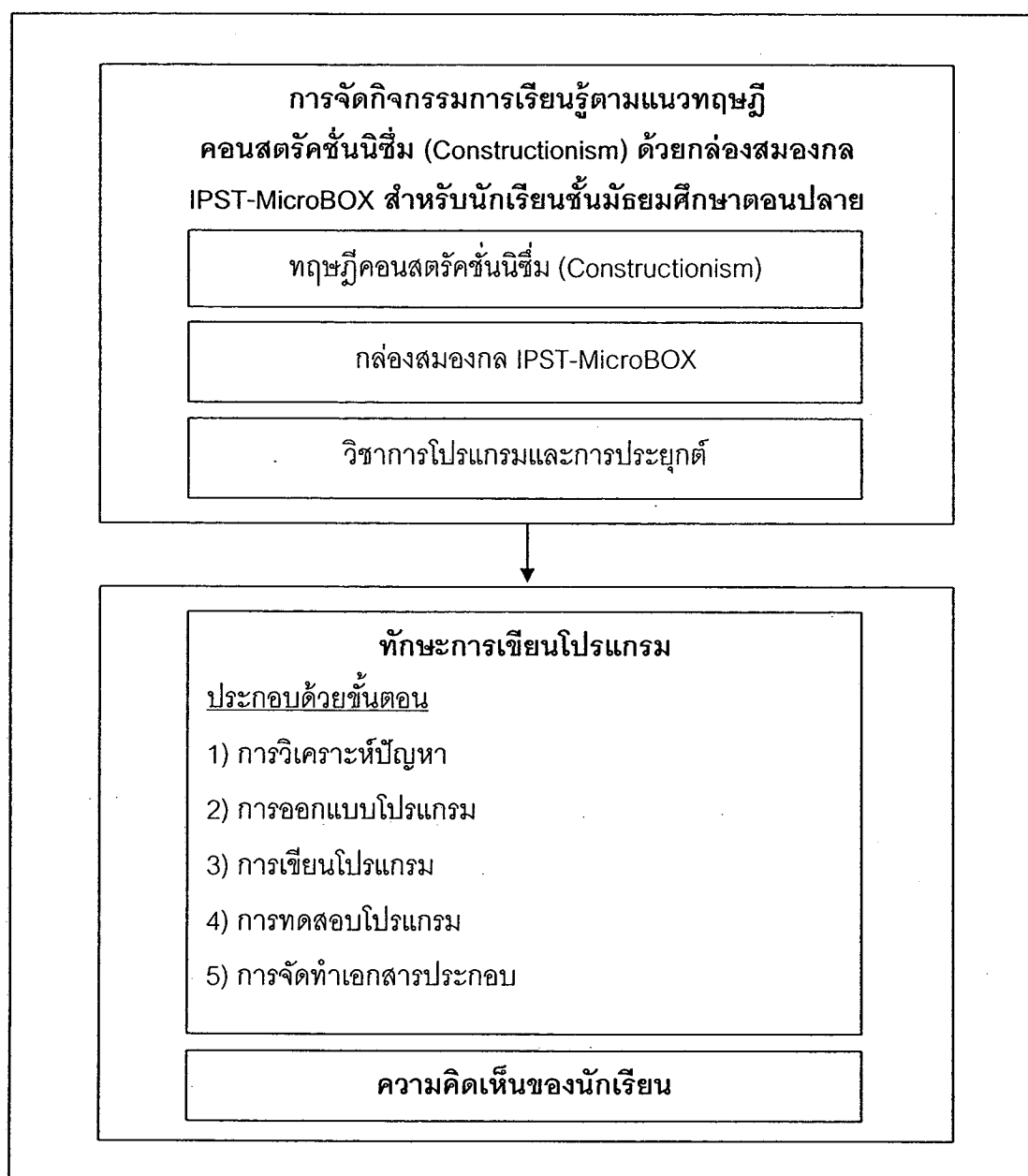
ทุนมา ชินวงศ์ (2547) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบวิธีสอนระหว่างวิธีสอน โดยให้นักเรียนเกิดความคิดในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับวิธีการสอนปกติ ในการเรียนวิชาหลักการเขียนโปรแกรม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ เปรียบเทียบวิธีสอน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแบบแก้ปัญหาแบบปกติ และวัดเจตคติของนักเรียนโดยวิธีสอนแบบแก้ปัญหา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการสอนวิชาการเขียนโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการ Graphic User Interface 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบวัดเจตคติของนักเรียนต่อวิธีการสอนแบบแก้ปัญหา ทำการทดลองกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปีที่ 3 แผนกคอมพิวเตอร์ จำนวน 70 คน การวิเคราะห์ข้อมูลในเทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนปลายทางหรือหลายปัจจัย (UNIVARIATE) โดยวิธีของ Scheffe' s method ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบแก้ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนด้วยวิธีสอนแบบแก้ปัญหาเกิดประสิทธิผลทางการเรียนรู้มากกว่านักเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ และการวัดเจตคติของนักเรียน พบว่า วิธีสอนแบบแก้ปัญหาทำให้นักเรียนรู้จักคิดและแก้ปัญหาได้ดีในระดับมากที่สุด นอกจากนี้นักเรียนยังมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหามากกว่าแบบปกติในระดับมาก

John Maloney, Kylie Peppler, Yasmin B. Kafai, Mitchel Resnick and Natalie Rusk (2008) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Programming by Choice: Urban Youth Learning Programming with Scratch โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการพัฒนาการเขียนโปรแกรมให้กับนักเรียนโดยการใช้โปรแกรม Scratch ที่มีลักษณะเป็นการเขียนโปรแกรมด้วยภาพเสมือน (Visual language) โดยใช้กระบวนการสอนแบบ Constructionism ซึ่งจะให้นักเรียนเลือกที่จะสร้างสรรค์ผลงานด้วยตนเอง จากผลการวิจัยส่วนหนึ่งได้แสดงให้เห็นว่า การนำเอาโปรแกรม Scratch มาใช้ในการพัฒนาการเขียนโปรแกรมของเด็กนั้นเนื่องจากโปรแกรม Scratch มีลักษณะเป็น Visual block-based programming language ที่ออกแบบมาเพื่อผู้ที่ยังไม่มีความรู้ในเรื่องการเขียนโปรแกรมมาก่อน และจากการนำโปรแกรม Scratch มาใช้เป็นเครื่องมือที่ช่วยพัฒนาการเขียนโปรแกรมให้กับเด็กนั้นสามารถพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมให้กับเด็กได้ ซึ่งวิเคราะห์ได้จากผลงานของเด็กที่สร้างขึ้นกว่า 500 ชิ้นงาน ว่ามีการพัฒนาการในเรื่องของหลักการในการเขียนโปรแกรมเป็นไปในทางที่ดีขึ้น โดยเด็กเป็นผู้พัฒนาชิ้นงานเอง

Alanah-Rei Castledine and Chris Chalmers (2012) ได้ทำการวิจัยเรื่อง LEGO Robotics: An authentic problem solving tool? โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่า หุ่นยนต์ LEGO เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้จริงหรือไม่ โดยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 23 คน โรงเรียนประถม Brisbane ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลการอภิปราย

การแก้ปัญหาของนักเรียนโดยการสังเกตและข้อมูลจากแบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หุ่นยนต์ LEGO ช่วยให้นักเรียนสะท้อนถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้ และที่สำคัญนักเรียนสามารถนำกลวิธีในการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย



ภาพ 4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย