

บทที่ 5

บทสรุป

ในการวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม (Constructionism) ด้วยกล่องสมองกล IPST-MicroBOX เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ดำเนินการสรุปผลการวิจัย และอภิปราย ผลการวิจัย ดังนี้

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึมด้วยกล่องสมองกล IPST-MicroBOX สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึมด้วยกล่องสมองกล IPST-MicroBOX
3. เพื่อประเมินความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ต่อการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึมด้วยกล่องสมองกล IPST-MicroBOX

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษา โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม (Constructionism) ด้วยกล่องสมองกล IPST-MicroBOX เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตรวจสอบความเหมาะสมของแผน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยกำหนดคุณลักษณะของผู้เชี่ยวชาญ คือ ผู้มีประสบการณ์สอน วิชาการเขียนโปรแกรม และด้านการวัดผลประเมินผล ทดลอง (try out) ใช้แผนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 จำนวน 24 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของการใช้ภาษาและเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. ทดลองใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม (Constructionism) ด้วยกล่องสมองกล IPST-MicroBOX เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/11 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

จำนวน 29 คน โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ 6 แผน รวมเวลาทั้งสิ้น จำนวน 12 ชั่วโมง โดยมีการประเมินทักษะการเขียนโปรแกรมของนักเรียน โดยใช้แบบประเมินทักษะการเขียนโปรแกรมและการตรวจชิ้นงาน ที่มีเกณฑ์การประเมินแบบรูบริกส์ ทำการประเมิน 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 ครั้งที่ 2 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 และครั้งที่ 3 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6

3. ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม (Constructionism) ด้วยกล่องสมองกล IPST-MicroBOX เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลังการทดลองใช้แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินความคิดเห็น ที่มีเกณฑ์การประเมินแบบมาตราประเมินค่า (Rating Scales) 5 ระดับ แบบลิเคิร์ต (Likert) และนำแบบบันทึกความคิดเห็น ไปให้นักเรียนประเมินจากนั้นนำผลการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนมาตรวจนับคะแนนเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล และนำผลการบันทึกความคิดเห็นของนักเรียนมาวิเคราะห์เขียนบรรยายสรุปเป็นความเรียง

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม (Constructionism) ด้วยกล่องสมองกล IPST-MicroBOX เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้พัฒนาแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน ซึ่งประกอบไปด้วยการกำหนดผลการเรียนรู้ การกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ การกำหนดการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ การกำหนดชิ้นงาน และการกำหนดสื่อและแหล่งเรียนรู้ ซึ่งผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม (Constructionism) ด้วยกล่องสมองกล IPST-MicroBOX เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ในด้านการกำหนดผลการเรียนรู้ การกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ การกำหนดชิ้นงาน และการกำหนดสื่อและแหล่งเรียนรู้ ส่วนในด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ มีความเหมาะสมในระดับมาก เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ที่กำหนดถือว่าเป็นแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมในองค์ประกอบ

2. ผลการทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม (Constructionism) ด้วยกล่องสมองกล IPST-MicroBOX เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยทำการประเมินทักษะการเขียนโปรแกรมและการตรวจชิ้นงาน

จำนวน 3 ครั้ง ให้เกณฑ์การประเมินแบบรูปสี่ มีระดับคุณภาพ 4 ระดับ คือ ดีมาก ดี พอใช้ และ ปรับปรุง พบว่า

ครั้งที่ 1 ทักษะการเขียนโปรแกรมของนักเรียนอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านการวิเคราะห์ปัญหา การเขียนโปรแกรม และการทดสอบโปรแกรม อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก ส่วนด้านการออกแบบโปรแกรมและการจัดทำเอกสารประกอบ อยู่ในระดับคุณภาพดี ผลการตรวจชิ้นงานของนักเรียนอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านประสิทธิภาพการทำงานและด้านการนำเสนอ อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก ส่วนด้านการออกแบบชิ้นงาน อยู่ในระดับคุณภาพดี

ครั้งที่ 2 ทักษะการเขียนโปรแกรมของนักเรียนอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ทั้งด้านการวิเคราะห์ปัญหา การออกแบบโปรแกรม การเขียนโปรแกรม การทดสอบโปรแกรม และการจัดทำเอกสารประกอบ อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก ผลการตรวจชิ้นงานของนักเรียนอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านประสิทธิภาพการทำงานและด้านการนำเสนอ อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก ส่วนด้านการออกแบบชิ้นงาน อยู่ในระดับคุณภาพดี

ครั้งที่ 3 ทักษะการเขียนโปรแกรมของนักเรียนอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ทั้งด้านการวิเคราะห์ปัญหา การออกแบบโปรแกรม การเขียนโปรแกรม การทดสอบโปรแกรม และการจัดทำเอกสารประกอบ อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก ผลการตรวจชิ้นงานของนักเรียนอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ทั้งด้านการออกแบบชิ้นงาน ด้านประสิทธิภาพการทำงานและด้านการนำเสนอ อยู่ในระดับคุณภาพดีมาก

เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ที่กำหนดถือว่านักเรียนทุกคนผ่านเกณฑ์การประเมิน ทั้งทักษะการเขียนโปรแกรม และการตรวจชิ้นงาน

3. ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม (Constructionism) ด้วยกล่องสมองกล IPST-MicroBOX เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินความคิดเห็น แบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ ประกอบด้วย ด้านขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นจุดประกายความคิด ขั้นที่ 2 ขั้นสะกิดให้ค้นคว้า ขั้นที่ 3 ขั้นนำพาสู่การปฏิบัติ ขั้นที่ 4 ขั้นจัดองค์ความรู้ และขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอควบคุมการประเมิน ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ และด้านเครื่องมืออุปกรณ์ สามารถสรุปได้ว่า นักเรียนมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง

เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ทั้งด้านบรรยากาศการเรียนรู้ ด้านเครื่องมืออุปกรณ์ และด้านขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง

นอกจากนี้ ผลการบันทึกความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม (Constructionism) ด้วยกล่องสมองกล IPST-MicroBOX เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้งด้านขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ บรรยากาศการเรียนรู้ เครื่องมืออุปกรณ์ และผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า

ด้านขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ จะเริ่มจากที่ครูผู้สอนจุดประกายความคิดให้นักเรียนสร้างสรรค์ชิ้นงานจากสิ่งที่ตนเองสนใจ โดยพิจารณาจากประโยชน์ของชิ้นงานที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้จริงในชีวิตประจำวันได้ เมื่อได้เป้าหมายได้ นักเรียนจะทำการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย ทั้งคู่มือการใช้งานชุดกล่องสมองกล IPST-MicroBOX เว็บไซต์ที่ครูผู้สอนจัดทำขึ้น อินเทอร์เน็ต รวมถึงสอบถามและปรึกษาครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียน เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการสร้างชิ้นงาน หลังจากนั้นเริ่มลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ประดิษฐ์ชิ้นงานโดยใช้กระบวนการกลุ่ม คละความสามารถ แบ่งหน้าที่การทำงานตามความถนัดและสนใจ หลังจากทำงานจนประสบผลสัมฤทธิ์แล้ว จะนำความรู้ที่ได้มาแบ่งปันกัน และทำการนำเสนอชิ้นงานให้แก่ครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียนได้ทราบถึงแนวคิดในการจัดทำชิ้นงาน วิธีการทำงานของโปรแกรม วัสดุที่ใช้ในการจัดทำชิ้นงาน ว่าประกอบด้วยแผงวงจรอะไรบ้าง และมีการเขียนโค้ดโปรแกรมควบคุมการทำงานอย่างไร โดยในระหว่างนำเสนองาน ทั้งตนเอง ครูผู้สอน และเพื่อนร่วมชั้นเรียน จะทำการประเมินชิ้นงานของกลุ่มที่นำเสนอ แล้วนำคะแนนมาเฉลี่ยกัน รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม และข้อคิดเห็นหลังจากฟังการนำเสนอเสร็จสิ้นด้วย เพื่อใช้ในการปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น

ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ จะมีความเป็นกันเอง เป็นบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ เนื่องจากนักเรียนสามารถปรึกษา และช่วยเหลือกันได้ เพื่อให้ได้ชิ้นงานตรงตามเป้าหมายที่ได้วางไว้ นักเรียนเรียนรู้ด้วยความสนุกสนาน ไม่เครียด โดยมีครูผู้สอนคอยให้คำปรึกษาและช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกทั้งด้านสถานที่ เครื่องมืออุปกรณ์ แหล่งเรียนรู้ต่างๆ เรียนรู้ไปพร้อมๆ กันกับนักเรียน

ด้านเครื่องมืออุปกรณ์ ซึ่งได้แก่ชุดกล่องสมองกล IPST-MicroBOX นักเรียนเห็นว่าเป็นสื่อที่มีความน่าสนใจ แปลกใหม่ นักเรียนสามารถศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังสามารถนำไปประดิษฐ์ชิ้นงานต่างๆ โดยบูรณาการความรู้วิชาต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้ประโยชน์ได้จริงในชีวิตประจำวัน

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนเห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูใช้ ช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมได้ เพราะในการเขียนคำสั่งควบคุมการทำงานของกล่องสมองกล IPST-MicroBOX จะต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับภาษาซีในการเขียนโปรแกรม ทำให้เข้าใจกระบวนการทำงาน และการใช้คำสั่งมากขึ้น รู้จักการคิดอย่างเป็นขั้นตอน ฝึกทักษะกระบวนการคิด ทำให้เกิดการพัฒนาทั้งผลงานและสมอง อีกทั้งเมื่อมีการฝึกฝนและเขียนคำสั่งควบคุมบ่อยๆ จะเกิดเป็นความชำนาญและเกิดประสบการณ์ สามารถพัฒนางานเพื่อนำมาใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน จึงเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมได้เป็นอย่างดี

นักเรียนมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้ว่า ควรเพิ่มเวลาในการจัดกิจกรรมให้มากกว่านี้ ควรจะเพิ่มจำนวนอุปกรณ์ให้เพียงพอต่อนักเรียนทุกคน และควรจะมีตัวอย่างชิ้นงานให้นักเรียนศึกษาเป็นแนวทางให้มากขึ้น โดยนักเรียนเห็นว่าอยากให้จัดกิจกรรมดีๆ อย่างนี้ต่อไปทุกรุ่น เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ดีและน่าสนใจ ทำให้เกิดความรัก ความสามัคคี สร้างความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนมากขึ้น เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการประดิษฐ์ชิ้นงานต่างๆ เพื่อนำไปแก้ปัญหาหรือพัฒนางานในชีวิตประจำวันให้ดียิ่งขึ้น

อภิปรายผล

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึมด้วยกล่องสมองกล IPST-MicroBOX เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถอภิปรายผลในประเด็นสำคัญๆ ได้ ดังต่อไปนี้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึมด้วยกล่องสมองกล IPST-MicroBOX เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ปรากฏว่า ทักษะการเขียนโปรแกรมของนักเรียน มีการพัฒนาที่สูงขึ้น ทั้งในด้านการวิเคราะห์ปัญหา การออกแบบโปรแกรม การเขียนโปรแกรม การทดสอบโปรแกรม และการจัดทำเอกสารประกอบ ทั้งนี้สืบเนื่องมาากิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างสรรค์ชิ้นงานจากจินตนาการและความต้องการของตนเอง (ขั้นตอนจุดประกายความคิด) จึงทำให้นักเรียนเข้าใจในงานของตนเอง สามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น มีเป้าหมายและแนวทางในการแก้ปัญหา ส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะในด้านการวิเคราะห์ปัญหา การที่นักเรียนเข้าใจในงานของตนเอง มีเป้าหมายในการสร้างชิ้นงานของตนเอง และได้ศึกษาสืบค้นข้อมูลที่ตนเองต้องใช้ในการจัดทำชิ้นงานด้วยตนเอง จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย (ขั้นตอนสะกิดให้ค้นคว้า) นักเรียนจึงสามารถออกแบบชิ้นงานของตนเองได้เป็นอย่างดี ทำให้เกิดทักษะการออกแบบโปรแกรม ที่สำคัญการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้เขียนโปรแกรมด้วยตนเองตามขั้นตอนการทำงานของชิ้นงานที่ได้

ออกแบบไว้ มีการทดลองปฏิบัติเขียนโปรแกรมซ้ำๆ หลายครั้ง (ขั้นตอนนำพาสู่การปฏิบัติ) เกิดเป็นความชำนาญ จนเกิดทักษะการเขียนโปรแกรม นักเรียนได้ประสบพบเจอปัญหา หาทางแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนจึงเกิดการเรียนรู้และมีประสบการณ์ในการแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง ในครั้งต่อไป สามารถหาจุดบกพร่องในโปรแกรม และหาวิธีแก้ปัญหามาจนประสบผลสำเร็จ (ขั้นตอนจัดองค์ความรู้) เกิดเป็นทักษะการทดสอบโปรแกรม อีกทั้งนักเรียนยังได้มีการนำเสนอชิ้นงานของตนเองให้แก่เพื่อนร่วมชั้นเรียนและครูผู้สอนได้ทราบถึงแนวคิดในการจัดทำชิ้นงาน หลักการทำงานของโปรแกรม และมีการประเมินชิ้นงานควบคู่กันไป จึงทำให้นักเรียนผู้เป็นเจ้าของชิ้นงานได้ทราบถึงจุดบกพร่องของตนเอง จนสามารถแก้ไขและพัฒนางานของตนเองให้สมบูรณ์และดียิ่งขึ้น (ขั้นตอนนำเสนอควบคู่การประเมิน) รวมถึงนักเรียนจะต้องจัดทำเอกสารประกอบชิ้นงาน จึงทำให้นักเรียนเกิดทักษะการจัดทำเอกสารประกอบ จึงสามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม (Constructionism) ด้วยกล่องสมองกล IPST-MicroBOX สามารถพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมของนักเรียนได้ (John Maloney, Kylie Peppler, Yasmin B. Kafai, Mitchel Resnick และ Natalie Rusk, 2008) ดังนั้น ครูผู้สอนรายวิชาการเขียนโปรแกรม สามารถประยุกต์ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม (Constructionism) เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง เกิดเป็นความชำนาญ จนสามารถพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมของนักเรียนได้

2. ผลการประเมินทักษะการเขียนโปรแกรมของนักเรียนหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม (Constructionism) ด้วยกล่องสมองกล IPST-MicroBOX เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ครั้งที่ 1 และ 2 พบว่า ทักษะการวิเคราะห์ปัญหาและการทดสอบโปรแกรมของนักเรียนอยู่ในระดับคุณภาพที่สูง เนื่องจากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในขั้นตอนจุดประกายความคิด เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างสรรค์ชิ้นงานตามความสนใจของตนเอง (พารณ อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2548) อีกทั้งกล่องสมองกล IPST-MicroBOX เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ นักเรียนได้รู้เกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ การทำโครงงานซึ่งต้องบูรณาการกับวิชา ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนมีความน่าสนใจ นักเรียนได้รู้จักคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาทั้งในวิชาที่เรียนและในชีวิตประจำวัน (อินเด็คซ์, ม.ป.ป.) นักเรียนจึงสามารถออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงานได้หลากหลาย เมื่อนักเรียนเป็นผู้ที่คิดสร้างสรรค์ชิ้นงานเอง นักเรียนจึงมีความเข้าใจในชิ้นงาน และวัตถุประสงค์ในการสร้าง ทำให้นักเรียนมีทักษะการวิเคราะห์ปัญหาที่สูง และเมื่อมีการทดสอบโปรแกรม

นักเรียนจึงทราบตำแหน่งข้อผิดพลาด และสามารถแก้ไขปัญหได้ด้วยตนเอง อีกทั้งบรรยากาศการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถปรึกษาหารือ และขอความช่วยเหลือจากเพื่อนร่วมชั้นเรียนและครูผู้สอนได้ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระเจ้าเกล้าธนบุรี, 2546) จึงทำให้การทดสอบโปรแกรมของนักเรียน สามารถหาจุดผิดพลาดและแก้ไขปัญหานั้นไปได้ ส่วนในด้านทักษะการออกแบบโปรแกรมและทักษะการเขียนโปรแกรม อยู่ในระดับคุณภาพที่ต่ำกว่าทักษะด้านอื่น เนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับเครื่องมือที่ครูผู้สอนนำมาใช้ ซึ่งก็คือชุดกล่องสมองกล IPST-MicroBOX นักเรียนจึงต้องใช้เวลาในการศึกษาภาษาที่จะใช้ในการเขียนโค้ดโปรแกรมเพื่อควบคุมและยังคงทดลองทำตามแบบตัวอย่างคู่มือการใช้งานและคู่มือการทดลอง จึงทำให้ทักษะในด้านการออกแบบโปรแกรมและทักษะด้านการเขียนโปรแกรมอยู่ในระดับต่ำ แต่เมื่อมีการทดลองปฏิบัติซ้ำกันหลายๆ ครั้ง ในขั้นตอนสะกิดให้ค้นคว้าและขั้นตอนนำพาสู่การปฏิบัติ ซึ่งนักเรียนต้องลงมือปฏิบัติจริง มีผลทำให้เกิดการใช้ความคิด มีความกระตือรือร้น มีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ อย่างจริงจัง รวมทั้ง สามารถสร้างสรรค์ความคิดใหม่ๆ สร้างสรรค์ชิ้นงานใหม่ๆ ต่อไปไม่มีที่สิ้นสุด นักเรียนจึงเกิดความชำนาญ และมีประสบการณ์มากขึ้น (Papert, 1980 อ้างอิงใน สุชิน เพ็ชรรักษ์, 2544) ประกอบกับขั้นตอนการจัดองค์ความรู้ และขั้นตอนนำเสนอควบคุมการประเมิน เป็นขั้นตอนที่ช่วยให้นักเรียนได้จัดระเบียบความคิด เชื่อมโยงสิ่งที่ตนเองได้ลงมือปฏิบัติสร้างสรรค์ชิ้นงานได้เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม เพื่อเป็นการถ่ายทอดให้ผู้อื่นได้รับรู้ ซึ่งถือว่าเป็นการดูดซึมความรู้ (Assimilation of Knowledge) ทำให้เกิดประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งที่มีความหมายและยาวนาน (สุชิน เพ็ชรรักษ์, 2544) จึงทำให้การประเมินทักษะการเขียนโปรแกรมครั้งที่ 3 เห็นถึงพัฒนาการในด้านการออกแบบโปรแกรมและการเขียนโปรแกรมที่สูงขึ้น รวมถึงทักษะในด้านอื่นๆ เช่น การวิเคราะห์ปัญหา การทดสอบโปรแกรม และการจัดทำเอกสารประกอบ สูงขึ้นตามไปด้วย ดังนั้น หากต้องการพัฒนาทักษะในด้านต่างๆ ให้สูงขึ้น ผู้วิจัยแนะนำให้เน้นในขั้นตอนนำพาสู่การปฏิบัติให้มากขึ้น ให้นเวล่านักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองให้มากขึ้น จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้และเกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหา จนสามารถพัฒนาทักษะด้านต่างๆ ให้สูงขึ้นได้

3. ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม (Constructionism) ด้วยกล่องสมองกล IPST-MicroBOX เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนมีความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่งทั้งด้านขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ และด้านเครื่องมืออุปกรณ์ สืบเนื่องจากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง การฝึกปฏิบัติทำให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง รวมไปถึง

ถึงสามารถสร้างชิ้นงานออกมาได้ตามความสนใจและจินตนาการของตนเอง เมื่องานประสบความสำเร็จจึงเกิดความภูมิใจในชิ้นงานของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ Papert (1980 อ้างอิงใน สุชิน เพ็ชรรักษ์, 2544) ว่าผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นด้วยตนเองและต้องลงมือสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมาเพื่อให้สัมผัสได้ มีผลทำให้เกิดการใช้ความคิด มีความกระตือรือร้น มีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ อย่างจริงจัง รวมทั้ง สามารถใช้สิ่งที่สร้างขึ้นมาสืบสร้างสรรค์ความคิดใหม่ๆ ต่อไปไม่มีที่สิ้นสุด อีกทั้ง การที่กิจกรรมการเรียนรู้แบบนี้ เปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน สามารถ ออกแบบชิ้นงานได้หลากหลายตามจินตนาการ นักเรียนจึงเกิดความภูมิใจในผลงานของตนเอง และมีความสุข สนุกสนานในการเรียนรู้ บรรยากาศการเรียนรู้เป็นบรรยากาศแห่งการช่วยเหลือ มีความเป็นกันเอง อีกทั้งสื่อการเรียนรู้มีเพียงพอ แหล่งเรียนรู้มีให้นักเรียนเลือกใช้อย่างหลากหลาย นักเรียนจึงมีความเห็นด้วยอย่างยิ่งต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (บานเย็น อินทองแก้ว, 2555)

ข้อเสนอแนะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม (Constructionism) ด้วยกล่องสมองกล IPST-MicroBOX ครูผู้สอนควรเตรียมชุดกล่องสมองกล IPST-MicroBOX เครื่องคอมพิวเตอร์ และสื่อการเรียนรู้ให้พร้อม เนื่องจากเวลาในการจัดกิจกรรมมีน้อย ไม่ควรเสียเวลากับการจัดหาอุปกรณ์
2. ควรมีการจัดหาครูผู้สอนเข้าสอนร่วมกัน เพื่อจะได้ทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก (facilitator) ให้แก่นักเรียนได้ทั่วถึง เนื่องจากในการดำเนินกิจกรรมอาจเกิดปัญหาในการใช้งาน อุปกรณ์ชุดกล่องสมองกล IPST-MicroBOX
3. ควรจัดเตรียมชุดกล่องสมองกล IPST-MicroBOX และเครื่องคอมพิวเตอร์ไว้ เพื่อให้นักเรียนสามารถมาศึกษาและทดลองเพิ่มเติมนอกเวลาเรียนได้ เนื่องจากเวลาในชั่วโมงเรียนไม่เพียงพอต่อการจัดกิจกรรมทั้งหมด
4. ควรมีการจัดทำสื่อการเรียนรู้แบบออนไลน์ เพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าไปศึกษาเพิ่มเติมนอกเวลาเรียนได้
5. ควรมีการสร้างกลุ่มในเครือข่ายสังคมออนไลน์ เช่น Facebook เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสาร ติดตามงาน ตอบปัญหาข้อสงสัยของนักเรียน เพื่อเป็นการสร้างความคุ้นเคย เป็นกันเองกับนักเรียน
6. ควรมีการบันทึกวิดีโอการนำเสนอชิ้นงานของนักเรียน แล้วนำขึ้นเผยแพร่บน Youtube เพื่อให้เป็นตัวอย่างและแนวทางแก่นักเรียนหรือผู้ที่สนใจทั่วไป

7. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม (Constructionism) โดยใช้เครื่องมืออุปกรณ์อื่น เช่น โปรแกรม MSWLogo หรือหุ่นยนต์รุ่นต่างๆ

8. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม (Constructionism) ในรายวิชาหรือสาระการเรียนรู้อื่น เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองจากการได้ลงมือปฏิบัติจริง

9. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการใช้ชุดกล่องสมองกล IPST-MicroBOX ในการจัดการเรียนรู้ที่ผสมผสานรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบอื่น เช่น การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (Project Method)