

เครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 12 ห้องเรียน 24 กลุ่มเรียน รวมทั้งสิ้น 391 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 สาขาวิชาเทคนิคการผลิต สาขางานแม่พิมพ์โลหะ ชั้นปีที่ 2 กลุ่มเรียนที่ 1-2 จำนวน 33 คน เป็นกลุ่มทดลองและสาขาวิชาเทคนิคการผลิต สาขางานเครื่องมือกล ชั้นปีที่ 2 กลุ่มเรียนที่ 1-2 จำนวน 24 คน จำนวน 1 ห้องเรียนเป็นกลุ่มควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมได้แก่ 1) รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 2) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา 3) แบบทดสอบความรู้ก่อนและหลังเรียนด้านมโนทัศน์ จำนวน 24 ข้อ 4) แบบทดสอบการแก้ปัญหา จำนวน 6 ข้อ 5) แบบทดสอบวัดความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนด้านพุทธิพิสัย เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบคู่ขนาน

1. สรุปผลการวิจัย

1.1 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา พบว่า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.51/75.27 มีประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด

1.2 ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจมโนทัศน์ก่อนเรียนและหลังเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 พบว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนไม่แตกต่างกัน หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 54.03 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.04 กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย 42.13 คิดเป็นร้อยละ 58.51 ซึ่งกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนไม่แตกต่างกัน หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.00 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.00 กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย 16.80 คิดเป็นร้อยละ 56.00 ซึ่งกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา พบว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนไม่แตกต่างกัน หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.58 คะแนน

คิดเป็นร้อยละ 75.27 ส่วนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.08 คิดเป็นร้อยละ 60.26 ซึ่งกลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.5 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.67 ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดได้แก่ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รองลงมาคือ ด้านวิธีการวัดผลและประเมินผลการเรียน ด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดได้แก่ ด้านระยะเวลาในการเรียน

2. อภิปรายผล

2.1 ผลการพัฒนา รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา พบว่ามีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.51/75.27 มีประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้เนื่องมาจากรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พัฒนาขึ้นตามแนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสาระสำคัญตามหลักการของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 แนวคิด หลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบระบบการเรียนการสอน แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยศึกษาตามหลักการและแนวคิดของจอยส์และวีล (Jovec, B. & Weil, M. 1996 : 161-178) กานเย (Gagne, R.M. 1985 : 70-90) เพียเจต์ (Piaget) ทฤษฎีการเรียนรู้ สร้างสรรค์ความรู้ (Constructivist) ระบบการเรียนรู้ของเคมป์ (Kemp, J.E. 1977) ประยุกต์ร่วมกับกรอบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) การออกแบบการเรียนการสอนเพื่อใช้ในการวางแผนการสอน ตามแนวคิดของ ทิศนา แจมมณี (2534) และมีองค์ประกอบที่สำคัญ ๆ ในการจัดการเรียนการสอน ตามทฤษฎีของสังัด อุทรานันท์ (2526 : 31) รวมทั้งข้อเสนอแนะแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ระบบการจัดการเรียนการสอนของวันเพ็ญ คำเทศ (2560 : 54-64) จากนั้นผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามสไตล์การเรียนรู้ของนักศึกษา เน้นให้นักศึกษาได้เรียนรู้แบบร่วมมือเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้แลกเปลี่ยนความคิด ทำกิจกรรมกลุ่ม ลงมือทำกิจกรรมกลุ่ม และการแก้ปัญหาร่วมกันภายในกลุ่ม การเชื่อมโยงความรู้ บูรณาการความรู้ข้ามวิชา การเชื่อมโยงความรู้สู่วิชาชีพ และศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้จาก เรวดี มาน้อย (2557) สิทธิพล อาจอินทร์ (2554 : 72-82) แสงเดือน เจริญฉิม (2552 : 84-212) เกริก ศักดิ์สุภาพ

คอยซักถามเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ โนทัศน์ที่ถูกต้อง ถ้านักศึกษามีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือไม่ ถูกต้องย่อมมีผลเสียต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้งนี้ Koponen T. et al. (2013 : 2227-2254) รายงานผลวิจัยการพัฒนานโนทัศน์ของนักเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องกระแสไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้า พบว่า ในกระบวนการพัฒนานโนทัศน์ด้านความรู้เชิงสาเหตุที่ความเชื่อมโยงกันของระบบองค์ความรู้ การเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับมอบหมายให้ทำงานที่ซับซ้อนมากขึ้นและการทำงานเป็นทีมจะมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นอย่างมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของพัชรี โปชนา (2559 : 103-108) รายงานว่าการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการใช้คำถาม การสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดแก้ปัญหา ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการทดลอง เน้นให้ผู้เรียนรู้จักคิด รู้จักการวางแผน ร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันจนสามารถลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ได้ถูกต้อง เน้นการสร้างองค์ความรู้จากความรู้เดิมที่มีอยู่ของผู้เรียนนอกจากจะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นแล้ว ยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของปทุม ช่องคันปอน (2558 : 65-67) รายงานผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่องนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ พบว่าการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล จัดการเรียนรู้ที่เน้นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดและความเชื่อมโยงของความคิดหรือสาระนั้น ๆ ส่งผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน และสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของวันวิสา ภักดี (2557 : 99-102) ที่พบว่า มโนทัศน์ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

2.3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า ก่อนเรียนนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนไม่แตกต่างกัน หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.00 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.00 กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย 16.80 คิดเป็นร้อยละ 56.00 ซึ่งกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สร้างเสริมทักษะการแก้ปัญหานักศึกษาพัฒนาขึ้นตามแนวทางการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าการบวนการทางความคิดมีความสำคัญ เนื่องจากเป็นสิ่งที่จำเป็นในการดำเนินชีวิตมนุษย์ และเป็นทักษะที่ต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาจะประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต ดังนั้นมนุษย์จึงมีความจำเป็นต้องมีความรู้ในการแก้ปัญหา

ได้รับการฝึกหัดแก้ปัญหาตามขั้นตอนของ Weir, J.J. (1974 : 17) และวันวิสาข์ ภักดี (2557 : 64) ที่ได้เสนอแนะแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาประกอบด้วยขั้นตอนทำความเข้าใจและสำรวจโจทย์ปัญหา ขั้นวิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปร วางแผนลงมือแก้ปัญหา โจทย์ ดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้ด้วยวิธีการทางพีชคณิต การตรวจคำตอบที่ได้จากการทำงานซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556 : 34) และเสถียรวุฒิ มุลอามาตย์ (2549 : 52) ที่กล่าวว่าขั้นตอนในการแก้ปัญหามีระบบเริ่มจากทำความเข้าใจปัญหา วางแผนหาวิธีแก้ปัญหา ปฏิบัติตามแผน แล้วตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ วิเคราะห์ โจทย์ปัญหา วางแผนแก้ปัญหาร่วมกันภายในกลุ่มนักศึกษา กำหนดข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บและออกแบบอุปกรณ์หรือเครื่องมือในการจัดเก็บข้อมูลขึ้นดำเนินการแก้ปัญห หรือการพัฒนาเครื่องมืออุปกรณ์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาคำตอบการทำงานของอุปกรณ์ ขึ้นตรวจสอบคำตอบว่าคำตอบถูกต้อง ชัดแย้งกับกฎ ทฤษฎีทางฟิสิกส์หรือไม่ และขึ้นสรุปวิธีการแก้โจทย์ปัญหาตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดเป็นการสะท้อนคิดจากบทเรียน ซึ่งจะช่วยพัฒนาการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ให้กับนักศึกษา ได้ดียิ่งขึ้น (เรวดี มาน้อย, 2557 : 127-142) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริง เน้นการบูรณาการหลักการทางฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ บูรณาการความรู้วิชาชีพในงานอาชีพมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดทำนวัตกรรมและสื่อการเรียนรู้เพื่ออธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (กัญทิมา วชิรตันพงษ์เมธิ และคณะ, 2559 : 33-45) จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว ช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อม (ศักรินทร์ ชนประชา, 2557 : 14-23) ทั้งนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานที่มีครูเป็นเพียงผู้อำนวยการความสะดวกในการจัดกิจกรรม กำหนดวัตถุประสงค์และออกแบบการพัฒนาประสบการณ์เพื่อการเรียนรู้ สร้างบรรยากาศแห่งการแสวงหาความรู้ร่วมกัน กระตุ้นเสริมแรง ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเองอย่างตั้งใจตามแนวคิดของ ชลัช กลิ่นแก่นจันทร์ และสโรชา ไพรีพ่ายฤทธิ์ (2558) จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องแรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (ไอนิง เจ๊ะเหลาะ และคณะ 2555 : 1-11) และยังสอดคล้องกับผลงานการวิจัยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (คมกริช จุกหอมและคณะ. 2559 : 25-40) และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Caliskan S. et al. (2013 : 2239-2243) ที่พบว่าผลของกลยุทธ์การแก้ปัญหาการเรียนการสอนกับนักเรียน กรณีการใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ 3 ชั้นคือ 1) เทคนิค WPE (Writing Physics Examination) 2) เทคนิค PPSR การสอนกลยุทธ์การแก้ปัญหามีผลในเชิงบวกและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา พบว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนไม่แตกต่างกัน หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.58 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.27 ส่วนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.08 คิดเป็นร้อยละ 60.26 ซึ่งกลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ได้ดำเนินการอย่างเป็นระบบโดยศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ หลักการและแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ ระบบการจัดการเรียนการสอน (วันเพ็ญ คำเทศ. 2560 : 54-64) และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ นำรูปแบบการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ พร้อมทั้งนำไปทดลองใช้กับนักศึกษา เพื่อตรวจสอบคุณภาพ แล้วนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขจึงส่งผลให้รูปแบบการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพมีประสิทธิภาพ และกระบวนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนชัดเจนที่ประกอบด้วย 1) ขั้นเตรียมการเรียนรู้ ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักศึกษาได้แสดงความรู้เดิม กำหนดประเด็นปัญหา ตรวจสอบความรู้และเติมเต็มประสบการณ์เดิม ตรวจสอบโน้ตส่นและการแก้ปัญหา 2) ขั้นค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การแยกแยะประเด็นของปัญหา กำหนดประเด็นให้ชัดเจน และการค้นหาทางเลือกที่เป็นไปได้ในการดำเนินงานเพื่อรวบรวมข้อมูลสารสนเทศที่จะนำมาแก้ปัญหา การวางแผนแนวทางการสำรวจตรวจสอบ 3) ออกแบบและสร้างอุปกรณ์สำรวจตรวจสอบ กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ในการรวบรวมข้อมูลสารสนเทศที่จะนำมาแก้ปัญหาหรือการหาคำตอบ 4) ขั้นอธิบาย การส่งเสริมให้นักศึกษาได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ การบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญจากปรากฏการณ์ การให้ข้อเสนอแนะ การให้คำปรึกษาเพื่อพัฒนามโนทัศน์และการประยุกต์ใช้ มโนทัศน์อธิบายเหตุการณ์ 5) ขั้นขยายความรู้ เป็นการใช้ประสบการณ์เดิมของผู้เรียนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด การเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่องค์ความรู้ใหม่ 6) ขั้นประเมินผลตรวจสอบผลเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย ตรวจสอบมโนทัศน์และการแก้ปัญหา และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันหรือขยายความรู้สู่งานอาชีพ

แนวทางการนำความรู้ไปสร้างองค์ความรู้ใหม่ ทั้งนี้ น้ำฝน พรหมประราบ (2560 : 117-126) กล่าวว่า โน้ตส์มีความสำคัญในการจัดการเรียนรู้จะช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา ทำให้ค้นพบความรู้ใหม่ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ให้ถึงระดับสูงขึ้น นอกจากนี้ โน้ตส์มีหน้าที่เสมือนตัวกระตุ้นที่ทำให้เกิดการค้นคว้าอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจทฤษฎี ข้อเท็จจริง เหตุการณ์และประสบการณ์ของเอกัตบุคคล ช่วยให้การบวนการเรียนรู้ กระบวนการสอนในเชิงปฏิบัติการมีผลที่ดีกว่าการสอนแบบธรรมดา (นาตยา ปิลันธนานนท์, 2542) สอดคล้องกับผลการวิจัยของแสงเดือน เจริญนิม (2552 : 192-212) ที่พบว่า เมื่อผู้เรียนได้รับการพัฒนานโน้ตส์ทางฟิสิกส์ที่ถูกต้องจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนและการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนานโน้ตส์และการเชื่อมโยงความรู้จะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น และสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ ปทุม ช่องคันปอน. (2558 : บทคัดย่อ) จากผลการวิจัยพบว่าก่อนเรียนนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนด้านมโน้ตส์ไม่แตกต่างกัน หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 54.03 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.04 กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย 42.13 คิดเป็นร้อยละ 58.51 ซึ่งกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนาความเข้าใจมโน้ตส์ทางฟิสิกส์ คือกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้ และการพัฒนาการเรียนรู้ด้วยการส่งเสริมด้านมโน้ตส์ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ชญญาภรณ์ ชัดทา, 2559 : 139-153) ทั้งนี้ Koponen T. Ismo et al. (2013 : 2227-2254) กล่าวว่า ใ้ว่าการพัฒนานโน้ตส์มีกระบวนการที่สำคัญคือการปรับองค์ความรู้ใหม่เพื่อให้ความรู้และมโน้ตส์ของนักเรียนเปลี่ยนไปในทางที่ถูกต้อง โดยเน้นการสร้างมโน้ตส์ขึ้นภายในตัวผู้เรียน ทั้งนี้ความรู้พื้นฐานของนักเรียนที่มีมาก่อนเป็นสาเหตุสำคัญต่อการพัฒนานโน้ตส์ การเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับมอบหมายให้ทำงานที่ซับซ้อนมากขึ้นและการทำงานเป็นทีมจะมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นอย่างมาก ผู้เรียนที่มีระดับมโน้ตส์ก่อนข้างต่ำจะสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการนำความรู้มาใช้ในการแก้โจทย์ ดังนั้นครูต้องจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีมโน้ตส์ที่ชัดเจน และถูกต้องในเนื้อหา ด้วยกระบวนการสำรวจความรู้พื้นฐานของผู้เรียน เลือกทางที่สนใจและให้กลุ่มปฏิบัติงาน ขึ้นกระตุ้นความสนใจชั้นประยุกต์ ใช้ความรู้ทั้งนี้กระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวจึงทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และส่งผลให้นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E ในระดับมาก

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการจัดกิจกรรมเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 คือ ผู้เรียนต้องมีความรับผิดชอบ ตรงเวลา สนใจใฝ่รู้ ครูต้องเป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ที่ดีในด้านการจัดเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือบางชนิด ครูต้องมีทักษะการใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้า ครูจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนถามได้ตลอดเวลาเมื่อผู้เรียนเกิดความสงสัย มีความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้เรียนทุกคนกับครู ครูต้องเป็นผู้ที่เสริมพลังทางบวกให้กับนักศึกษาทุกคนอย่างเท่าเทียมกัน รวมทั้งเพิ่มช่องทางในการสื่อสารการปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มเรียนให้สามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา จะส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ได้ดี ดังนั้นครูควรนำเทคโนโลยีเข้ามาส่งเสริมสนับสนุนกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการวิจัยการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์ในวิชาอื่น หรือเนื้อหาอื่น หรือศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ หรือศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่มีต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ หรือการพัฒนาด้านการคิดของนักศึกษา