

มุมมองของครูฟิสิกส์ต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์รายวิชาฟิสิกส์

อารักษ์ ประพรม¹

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สิรินภา กิจเกื้อกูล

มหาวิทยาลัยนเรศวร

รับต้นฉบับ: 8 เมษายน 2564 วันที่แก้ไข: 26 พฤษภาคม 2564 วันตอบรับ: 2 มิถุนายน 2564

บทความวิจัย

งานวิจัยเชิงคุณภาพนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามุมมองของครูฟิสิกส์ ต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาฟิสิกส์ ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ ครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์จำนวน 8 ท่าน โดยแบ่งเป็นครูผู้ช่วย 4 ท่าน และครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษจำนวน 4 ท่าน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา และตรวจสอบผลการวิเคราะห์ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ

ผลการวิจัย พบว่า

1. ความเข้าใจของครูเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ โดยมุมมองของครูผู้ช่วยและครูคศ. 3 มีความคล้ายคลึงกันกล่าวคือความคิดสร้างสรรค์คือการได้ลองคิดลองทำสิ่งใหม่ ๆ มีการประยุกต์ใช้สิ่งต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์

2. มุมมองของครูต่อความคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาฟิสิกส์ โดยมุมมองของครูผู้ช่วยและครูคศ. 3 มีทิศทางที่เหมือนกันคือ ความคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาฟิสิกส์จะมุ่งเน้นไปที่ความคิดที่แปลกใหม่ มุมมองอื่น ๆ ที่ไม่ซ้ำเดิม และนำไปเชื่อมโยงกับความรู้ฟิสิกส์สู่การอธิบายปรากฏต่าง ๆ สร้างนวัตกรรม และท้ายสุดนำความรู้หรือนวัตกรรมที่ได้มานั้นสู่การแก้ปัญหา และ

3. ประเด็นการสอนที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยได้แบ่งออกเป็น 4 ประเด็นย่อยคือ ด้านเนื้อหา กระบวนการสอน สื่อการสอน และการประเมิน พบว่ามุมมองของครูผู้ช่วยและครู คศ.3 ใน 4 ประเด็นนี้ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาฟิสิกส์มีความคล้ายคลึงและมีความแตกต่างกันตามประสบการณ์การจัดการเรียนรู้ของแต่ละท่าน

คำสำคัญ: มุมมองครูฟิสิกส์ ความคิดสร้างสรรค์

¹การติดต่อและการร้องขอบทความนี้ กรุณาส่งถึง อารักษ์ ประพรม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร E-mail: arrakp63@nu.ac.th.

PHYSICS TEACHERS' VIEW ON FOSTERING CREATIVITY IN PHYSICS COURSES

Arrak Praprom ¹

Naresuan University

Sirinapa Kijkuakul

Naresuan University

Research Article

Received: 8 April 2021 Revised: 26 May 2021 Accepted: 2 June 2021

This qualitative research aimed to investigate physics teachers' view on fostering creativity in physics courses. The participants were 4 assistant teachers and 4 senior professional level teachers who teach physics on physics classroom. Data was collected using semi-structured interview. The information and data were analyzed by content analysis.

The results of this research were as follows.

1. teachers' understanding of creativity found that assistant and senior professional level teachers' perspective, there is a similarity, that creativity is thinking and trying to do new things, applying things to the benefit.

2. Teacher's perspective on creativity in physics courses, assistant and senior professional level teachers' perspective, there is the same direction that creativity in physics focuses on innovative ideas and unique perspectives, linking with physics knowledge to explaining various appearances, creating innovations and finally, the knowledge or innovation that has been acquired into problem solving.

3. teaching issues that promote students' creative thinking with 4 issues as follows content, teaching process, teaching materials and assessment. It was found that the assistant and senior professional level teachers' perspective of these four points toward creativity in the physics course were similar and different from their experience.

Keywords: Physics teachers' view, Creativity.

¹Correspondence concerning this article and requests for reprints should be addressed to Arrak Praprom Naresuan University E-mail: arrakp63@nu.ac.th.

บทนำ

ทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Creativity thinking skills) เป็นทักษะย่อยของทักษะที่สำคัญในด้านการคิดแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะที่อยู่ภายใต้กรอบแนวคิดของทักษะแห่ง ศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์ นี้เองที่เป็นตัวแปรสำคัญที่จะช่วยส่งเสริมคุณลักษณะของผู้เรียนในด้านนักแก้ปัญหา (Problem Solver) ที่สามารถคิดค้นแนวทางแก้ปัญหาตั้งแต่ระดับที่ง่ายไปจนถึงระดับที่ซับซ้อน (Honey, 2013; สุทธิดา จารัส, 2560) นอกจากนี้ความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่สำคัญสำหรับผู้เรียน เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์เองสามารถทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลง ทำให้เกิดแนวทางใหม่ ๆ ในการเรียนรู้รวมถึงในการดำเนินชีวิตและทำให้เกิดหนทางใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหาชีวิต และก่อให้เกิดความสนุกในการเรียนรู้ของผู้เรียน การที่ผู้เรียนต้องคิดอะไรใหม่ ๆ อยู่เสมอย่อมเป็นเรื่องสนุกเพราะทำให้ชีวิตไม่จำเจพัฒนาสมองให้มีความฉลาดเฉลียว (Newton & Newton 2014; Dierking & Falk 2016; & Runco, 2010)

ความคิดสร้างสรรค์ในวิชาฟิสิกส์คือความสามารถในการคิดในการสร้างหรือริเริ่มแนวคิดเพื่อแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์ ซึ่งควรจะพัฒนาให้นักเรียนเพราะว่าความคิดสร้างสรรค์สามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของพวกเขาได้ ในขณะที่ผลคะแนนสอบวัดมาตรฐานระดับนานาชาติ (PISA) ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อ การดำรงชีวิต สำหรับผู้เรียนที่สำเร็จการศึกษาขั้นพื้นฐานมีอายุเฉลี่ยประมาณ 15 ปีของประเทศไทย ที่ต้องอาศัยทักษะความคิดสร้างสรรค์ในการตอบคำถาม พบว่าอันดับคะแนนอยู่ในลำดับที่ 66 เทียบกับประเทศอื่น ๆ 79 ประเทศทั่วโลก แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนไทยยังขาดความสามารถในการบูรณาการความรู้และการคิดขั้นพื้นฐาน เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (สสวท., 2015) นอกจากนี้บทบาทของครูฟิสิกส์ในการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดฟิสิกส์เท่านั้น และกระบวนการการเรียนรู้รวมถึงกระบวนการการประเมินไม่ได้เป็นกระบวนการที่สนับสนุนให้เกิดการแก้ปัญหาหรือส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ (Novinta, Agus & Abdurrahman, 2017)

การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน คือปัจจัยด้านความสัมพันธ์และทัศนคติระหว่างครูและนักเรียน รวมถึงวิธีการสอนของครูที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยวิธีการสอนต้องเน้นใช้กลยุทธ์การเรียนรู้เชิงนวัตกรรมเพื่อใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการเรียนรู้ บูรณาการความสามารถทางแก้ปัญหาทางสังคมเข้ากับเนื้อหาที่สอน และให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมอย่างเข้มข้นของนักเรียน (Adam Malik, 2017) จึงส่งผลให้ครูผู้ช่วยที่มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้น้อย และครู คศ. 3 ที่มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้น้อย มีมุมมองต่อการเข้าใจในความคิดสร้างสรรค์และวิธีการจัดการเรียนรู้ที่จะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในวิชาฟิสิกส์ที่แตกต่างกัน ประสบการณ์ของครูแต่ละท่านจะส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เป็นอย่างมากซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Marilyn Fryer, 2011) ที่ได้นำเสนอมุมมองของครูเกี่ยวกับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในชั้นเรียน และปัจจัยหลักที่มีผลคือประสบการณ์ของครู แต่ในงานวิจัยไม่ได้ศึกษามุมมองของครูที่มีประสบการณ์ที่แตกต่างกันมาก โดยเฉพาะครูผู้ช่วยและครูคศ. 3 ที่มีประสบการณ์แตกต่างกันในด้านต่าง ๆ เช่นด้านการศึกษา ด้านการจัดการเรียนรู้ จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษามุมมองของครูเหล่านี้

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษามุมมองของครูฟิสิกส์ต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในรายวิชาฟิสิกส์

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative research) โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ มุ่งศึกษามุมมองของครูผู้ช่วยและครู คศ. 3 ต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในรายวิชาฟิสิกส์

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและตัวอย่าง

ครูผู้ช่วยและครู คศ. 3 ที่สอนในรายวิชาฟิสิกส์ จำนวน 8 คน โดยเป็นครูผู้ช่วยจำนวน 4 คน และครู คศ. 3 จำนวน 4 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 1 ตาราง 1 รายละเอียดผู้เข้าร่วมวิจัยครูผู้ช่วย (AT1-AT4) และครูคศ. 3 (ST1-ST4) ที่สอนในรายวิชาฟิสิกส์ จำนวน 8 คน

ชื่อ	อายุ (ปี)	ประสบการณ์สอน (ปี)	วุฒิการศึกษา	ภาระการ สอน	ภาระงานอื่น ๆ
AT1	25	1 ปี	- วท.บ (ฟิสิกส์) - กศ.ม (วิทยาศาสตร์ศึกษา) ทุน สกว. ประเภทพรีเมียม	ฟิสิกส์	- ครูฝ่ายวิชาการ - กรรมการห้องเรียน พิเศษวิทยาศาสตร์
AT2	26	1 ปี	- วท.บ (ฟิสิกส์) - กศ.ม (วิทยาศาสตร์ศึกษา) ทุน สกว. ประเภทพรีเมียม	ฟิสิกส์	- ครูผู้ดูแลโครงการ ฟิสิกส์สัประยุทธ์ - ครูฝ่ายแผนงาน
AT3	23	1 ปี	- กศ.บ (ฟิสิกส์)	ฟิสิกส์	- ครูที่ปรึกษา
AT4	24	1 ปี	- กศ.บ (ฟิสิกส์)	ฟิสิกส์	- ครูที่ปรึกษา
ST1	45	มากกว่า 15 ปี	- กศ.บ (ฟิสิกส์) - กศ.ม (วิทยาศาสตร์ศึกษา)	ฟิสิกส์	- ครูปรึกษาโครงการ วิทยาศาสตร์
ST2	45	มากกว่า 15 ปี	- กศ.บ (ฟิสิกส์)	ฟิสิกส์	- ครูผู้ดูแลโครงการ ฟิสิกส์สัประยุทธ์
ST3	45	มากกว่า 15 ปี	- วท.บ (ฟิสิกส์) - กศ.ม (วิทยาศาสตร์ศึกษา)	ฟิสิกส์	- ครูผู้ดูแลโครงการ ฟิสิกส์สัประยุทธ์ - ครูห้องเรียนพิเศษ วิทยาศาสตร์
ST4	49	มากกว่า 15 ปี	- วท.บ (ฟิสิกส์)	ฟิสิกส์	- หัวหน้าโครงการ ห้องเรียนพิเศษ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือคำถามเกี่ยวกับสภาพทั่วไปและภาระงานของครูจำนวน 4 ข้อ และคำถามเกี่ยวกับมุมมองต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของครูจำนวน 6 ข้อ ซึ่งมีการพัฒนาข้อคำถามโดยผู้วิจัยตั้งคำถามที่จะใช้สัมภาษณ์ และนำคำถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสม (Peer review) ในด้านภาษาที่ใช้ และความเหมาะสมของคำถาม สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ พร้อมปรับแก้ในประเด็นภาษาที่ใช้และความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ก่อนที่จะทดลองใช้คำถามเพื่อพัฒนาคำถามและทักษะการสัมภาษณ์ของผู้วิจัย หลังจากนั้นนำคำถามที่ถูกพัฒนาให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ และปรับปรุง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์แบบรายบุคคลโดย ครู ST1-ST3 สัมภาษณ์โดยตรง ST4 สัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ และครู AT1-AT2 สัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ AT3-AT4 สัมภาษณ์โดยตรง โดยกำหนดเวลาคนละ 10-20 นาที ซึ่งขณะสัมภาษณ์จะมีการบันทึกเทปเสียงสัมภาษณ์ตั้งแต่ต้นจนจบการสนทนา และผู้วิจัยยังจดบันทึกบางประเด็นที่น่าสนใจพร้อมกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นโดยละเอียดลงในสมุดบันทึก

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยเริ่มต้นจากการถอดเทปเสียงสัมภาษณ์ แล้วทำการจัดระเบียบข้อมูล กำหนดรหัสข้อมูล (Coding) โดยกำหนดจากคำสำคัญที่ใช้สัมภาษณ์ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 2 จากนั้นจัดกลุ่มข้อมูลที่ได้ (Categorization) และสร้างข้อสรุป โดยในระหว่างการทำเนิการวิจัย ผู้วิจัยจะปรึกษาผลการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ผลกับผู้เชี่ยวชาญ (Peer Debriefing) นอกจากนี้ยังมีการอธิบายเชิงลึก (Thick Description) ในบริบทที่ศึกษาด้วย

ตาราง 2 ตัวอย่างการกำหนดประเด็น รหัสข้อมูล (Coding) และตัวอย่างประโยค

ประเด็น	รหัสข้อมูล	ตัวอย่างประโยค
แนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์	- NT (ความคิดใหม่ ๆ)	“การที่ให้ได้ลองคิดลองทำสิ่งใหม่ ๆ ได้ลองคิดนอกกรอบ การเอาความรู้เดิมของตัวเองมาประยุกต์ เป็นความคิดใหม่ที่ทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น” (ST3)
	- LS (ทักษะชีวิต)	“ความคิดสร้างสรรค์เป็นส่วนหนึ่งของทักษะชีวิต เป็นส่วนเสริมที่จะทำให้การเรียนรู้มองเห็นภาพ และทำให้ชีวิตดีขึ้น หรือการนำไปใช้” (AT2)
	- IN (นวัตกรรม)	“ความคิดสร้างสรรค์ คือการนำความรู้ที่มีอยู่มาสร้างนวัตกรรม รูปแบบ หรือวิธีการ ที่สามารถมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือการดำเนินชีวิต” (ST2)
ความคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาฟิสิกส์	- AP (การประยุกต์)	“ฟิสิกส์เป็นวิชาพื้นฐานต่อยอดเช่นวิศวะ ซึ่งอาศัยหลักการของฟิสิกส์ซึ่งแน่นอนสัมพันธ์กันในการสร้างสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการสร้างเครื่องมือ เพื่อทำให้เกิดประโยชน์” (AT2)
การสอนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในวิชาฟิสิกส์	- CT (เนื้อหา)	“ด้านเนื้อหาครูต้องปรับปรุงความรู้เนื้อหาให้ทันสมัยตลอดเวลา” (ST2)
	- TP (การสอน)	“เราควรจะต้องโจทย์ปัญหาให้เด็ก แล้วให้เด็กได้ระดมความคิด ได้ช่วยกันคิดต่อสิ่งที่เราตั้งให้ แบบให้เด็กได้ใช้ความคิดของตัวเอง” (AT3)
	- TM (สื่อ)	“อนิเมชัน จากโปรแกรมต่าง ๆ แล้วก็มีโปรแกรม

ประเด็น	รหัสข้อมูล	ตัวอย่างประโยค
		sketchup ที่จะเป็นตัวที่สร้างโมเดลสามมิติ หรือทำเป็นอนิเมชันได้ ซึ่งคิดว่ามันเป็นส่วนช่วยอย่างมากเลยล่ะ ซึ่งเด็กก็จะมองเห็นภาพมากกว่าการที่เราเล่าหรือวาดรูปสองมิติ” (AT2)
	- EV (การประเมิน)	“การประเมินเนี่ยในเรื่องของความคิดสร้างสรรค์ก็จะมาจากผลงาน ชิ้นงาน ลำดับแรกชิ้นงาน ลำดับที่สองเขาจะต้องอธิบายให้ได้ว่าชิ้นงานของเขาอาศัยหลักการอะไร และก็ทำไม่ถึงอยากทำสิ่งนี้ แน่แน่นอนว่าเราก็ต้องสัมภาษณ์เขาด้วยโดยอิงกับเนื้อหา” (ST2)

ผลการวิจัย

การวิจัยเพื่อหามุมมองของครูฟิสิกส์ต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์รายวิชาฟิสิกส์ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ครูฟิสิกส์ จำนวน 8 ท่าน ซึ่งได้ผลการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ความเข้าใจของครูเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

ครูผู้ช่วยจำนวน 4 คน และครูคศ. 3 จำนวน 4 คน มีความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ความคล้ายคลึงกันว่าความคิดสร้างสรรค์คือการได้ลองคิดลองทำสิ่งใหม่ ๆ มีการประยุกต์ใช้สิ่งต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์ แต่ความเข้าใจในความคิดสร้างสรรค์ของครูผู้ช่วยและครูคศ. 3 มีประเด็นที่แตกต่างกันหากกรอบอ้างอิงที่ใช้พิจารณามุ่งเน้นไปที่นักเรียน โดยครูผู้ช่วยจะมองว่าความคิดสร้างสรรค์คือทักษะชีวิตทำให้การใช้ชีวิตดีมากขึ้นและจะส่งผลให้การเรียนรู้ดีขึ้น แต่มุมมองของครูคศ. 3 มองว่าความคิดสร้างสรรค์จะเน้นไปที่การสร้างนวัตกรรม ที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหา ดังตัวอย่างคำตอบของครูต่อไปนี้

“พอได้ยินมาว่าสร้างสรรค์เหมือนมันจะเป็นส่วนหนึ่งของทักษะชีวิต เป็นส่วนเสริมที่จะทำให้การเรียนรู้มองเห็นภาพ และทำให้ชีวิตดีมากขึ้น หรือการนำเอาไปใช้ประมาณนี้”

(ครู AT2, สัมภาษณ์ทางโทรศัพท์, กันยายน 2563)

“ความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะชีวิตที่ช่วยให้นักเรียนดำเนินชีวิตในโลกปัจจุบันได้ดีขึ้น และช่วยส่งผลในการเรียนรู้ได้ดีขึ้น”

(ครู AT3, สัมภาษณ์โดยตรง, กันยายน 2563)

“ความคิดสร้างสรรค์ ก็เคยได้ยินนะ ความคิดสร้างสรรค์มันคือความคิดที่มันแปลกใหม่ มีการพัฒนาที่ไม่ซ้ำเดิม มันแตกต่างออกไป ประยุกต์ขึ้นมาใช้”

(ครู ST1, สัมภาษณ์โดยตรง, กันยายน 2563)

“ความคิดสร้างสรรค์ คือการนำความรู้ที่มีอยู่มาสร้างนวัตกรรม รูปแบบ หรือวิธีการ ที่สามารถมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือการดำเนินชีวิต”

(ครู ST3, สัมภาษณ์โดยตรง, กันยายน 2563)

2. มุมมองของครูต่อความคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาฟิสิกส์

มุมมองของครูผู้ช่วยจำนวน 4 คน และครู คศ. 3 จำนวน 4 คน ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาฟิสิกส์ โดยมุมมองของครูผู้ช่วยและครูคศ. 3 มีทิศทางที่เหมือนกันคือ ความคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาฟิสิกส์จะมุ่งเน้นไปที่ความคิดที่แปลกใหม่ มุมมองอื่น ๆ ที่ไม่ซ้ำเดิม และนำไปเชื่อมโยงกับความรู้ฟิสิกส์สู่การอธิบายปรากฏต่าง ๆ สร้างนวัตกรรม และท้ายสุดนำความรู้หรือนวัตกรรมที่ได้มานั้นสู่การแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ดังตัวอย่างคำตอบของครูต่อไปนี้

“คิดว่าเกี่ยวค่อนข้างมากเลยคะ คิดว่าถ้านักเรียนไม่มีจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์เขาจะเหมือนเรียนเฉย ๆ แบบการท่องจำ การมีความคิดสร้างสรรค์เป็นการต่อยอดการนำไปใช้ด้วยและเป็นส่วนเสริมที่ทำให้เขามีจินตนาการที่ดีจากการเรียนด้วยก็เลยคิดว่าเกี่ยวข้องอย่างมากเลย”

(ครู ST1, สัมภาษณ์โดยตรง, กันยายน 2563)

“เกี่ยวนะมันเกี่ยวมากเลยเพราะว่า บางทีสมมุติเราทดลองอะไรบางอย่างใช้ไหม แล้วมันได้ผลแบบนี้ แต่ถ้าเราลองแบบประยุกต์หรือว่าคิดนอกกรอบไปอีก ลองดัดแปลงมันอาจจะได้ผลอีกอย่าง โดยเราก็จะได้ความรู้เพิ่มขึ้นมาจากตรงนี้ ซึ่งมันอาจจะนำไปสู่การเกิดนวัตกรรมใหม่หรือองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมาก็ได้ แล้วก็เชื่อมโยงเข้าไปในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์”

(ครู AT1, สัมภาษณ์ทางโทรศัพท์, กันยายน 2563)

“เกี่ยวข้องกันมาก นักเรียนจะประยุกต์การแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ในเรื่องเดียวกันในรูปแบบที่แตกต่างผ่านความคิดสร้างสรรค์”

(ครู ST3, สัมภาษณ์โดยตรง, กันยายน 2563)

3. ประเด็นการสอนที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

มุมมองประเด็นการสอนที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนของครูผู้ช่วยและครู คศ. 3 โดยได้แบ่งออกเป็น 4 ประเด็น คือ เนื้อหา กระบวนการสอน สื่อการสอน และการประเมิน โดยมุมมองของครูผู้ช่วยจำนวน 4 คน มองว่าในด้านของเนื้อหาต้องใช้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งรอบตัวในชีวิตประจำวันและเกี่ยวข้องกับแนวคิดทางฟิสิกส์ เนื้อหาต้องเป็นเนื้อหาที่สามารถประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาที่หลากหลาย ส่วนกรณีของครู คศ. 3 จำนวน 4 คน จะมุ่งเน้นไปที่เนื้อหาที่ปรับปรุงให้ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา ส่วนในประเด็นของกระบวนการสอนครูผู้ช่วยจำนวน 4 คน และครู คศ. 3 จำนวน 4 คน เห็นตรงกันว่า การเริ่มสร้างทักษะการคิดสร้างสรรค์ควรมาจากการสอนแบบ Active learning กล่าวคือ โดยผ่านการจัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ การเรียนรู้ผ่านการทดลอง ให้นักเรียนได้ลงมือสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง เน้นให้ใช้แนวคิดที่ได้เรียนรู้สู่การสร้างนวัตกรรม โดยการบูรณาการเข้ากับการเรียนรู้แบบต่าง ๆ อาทิ การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้, STEM, PBL ในส่วนของสื่อการสอน ครูผู้ช่วยเน้นใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ในการเป็นสื่อสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ส่วนครู คศ. 3 เน้นใช้อุปกรณ์ชุดการทดลอง และในประเด็นการประเมินทั้งครูผู้ช่วยและครู คศ. 3 เน้นในเรื่องของ การออกแบบ การนำเสนอแนวคิด การสร้างสรรค์ผลงาน หรือนวัตกรรม ที่สามารถอธิบายและใช้งานได้จริง พร้อมทั้งกิจกรรมการประเมินต้องเป็นกิจกรรมที่สามารถส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์ ดังตัวอย่างคำตอบของครูต่อไปนี้

“สื่อที่ใช้ในการสอนเป็นตัวช่วยส่งเสริม อย่างตอนนี้นักกำลังพยายามการลองทำอนิเมชัน จากโปรแกรมต่าง ๆ แล้วก็มีโปรแกรม Sketchup ที่จะเป็นตัวที่สร้างโมเดลสามมิติ หรือทำเป็นอนิเมชันได้ ซึ่งคิดว่ามันเป็นส่วนช่วยอย่างมากเลยคะ ซึ่งเด็กก็จะมองเห็นภาพมากกว่าที่เราเล่าหรือวาดรูปสองมิติ เพราะว่าจะทำให้เขาไม่ค่อยเห็นอะไรอ่าคะ”

(ครู AT1, สัมภาษณ์ทางโทรศัพท์, กันยายน 2563)

“กระบวนการสอนอันดับแรกจะเน้นไปที่การทดลองก่อน อาจจะเป็นที่มาของเนื้อหาว่าเขาจะได้มาซึ่งความรู้พวกนี้ใช้อย่างไร พอเสร็จแล้วเราก็ส่งเสริมให้เขาลองทำเอง ลองเอาความรู้ไปประดิษฐ์”

(ครู AT1, สัมภาษณ์ทางโทรศัพท์, กันยายน 2563)

“ในด้านเนื้อหาครูได้ปรับปรุงความรู้เนื้อให้ทันสมัย ด้านกระบวนการหรือวิธีการสอนใช้กระบวนการสอนในรูปแบบ Active leaning ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอน จัดทำสื่อที่อาศัยชุดทดลองเพื่ออธิบายโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ ที่หาได้ในชีวิตประจำวัน ส่วนการประเมินที่คิดว่าต้องประเมินจากการออกแบบ การนำเสนอแนวคิด การสร้างสรรค์ผลงาน หรือนวัตกรรม ที่สามารถอธิบายและใช้งานได้จริง”

(ครู ST2, สัมภาษณ์โดยตรง, กันยายน 2563)

“ประเมินจากกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายในเรื่องใหม่ ๆ จากแนวคิดเดิม”

(ครู ST4, สัมภาษณ์ทางโทรศัพท์, กันยายน 2563)

“ใช้กระบวนการเรียนการสอน แบบ 7E โดยการสร้างชุดทดลอง และประยุกต์ออกแบบการทดลองที่อธิบายความรู้ที่นักเรียนยังไม่ค่อยเข้าใจ ประกอบกับการตั้งคำถามกระตุ้นคิดระหว่างการเรียนการสอนตลอดเวลา”

(ครู ST2, สัมภาษณ์โดยตรง, กันยายน 2563)

“การใช้การเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เช่น STEM, การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้”

(ครู AT4, สัมภาษณ์ทางโทรศัพท์, กันยายน 2563)

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่ามุมมองของครูผู้ช่วยและครู คศ. 3 มีมุมมองต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาฟิสิกส์ที่เหมือนกันและแตกต่างกัน โดยผู้วิจัยนำเสนอใน 3 ประเด็น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ประสพการณ์ของครูส่งผลต่อความเข้าใจในความคิดสร้างสรรค์

ความเข้าใจที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของครูผู้ช่วยและครู คศ. 3 มีความคล้ายคลึงกันกล่าวคือความคิดสร้างสรรค์คือการได้ลองคิดลองทำสิ่งใหม่ ๆ มีการประยุกต์ใช้สิ่งต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์ สอดคล้องกับ Guilford (1967) นักจิตวิทยาในยุคแรกที่สนใจเรื่องความคิดสร้างสรรค์ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถในการคิดแบบอนินทรีย์ กล่าวคือ เป็นการคิดหลายทิศทาง หลายแง่มุม คิดได้กว้างไกล ซึ่งลักษณะการคิดเช่นนี้จะนำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมทั้งการคิดหาวิธีแก้ปัญหาให้สำเร็จ นอกจากความคล้ายคลึงกันแล้วความเข้าใจในความคิดสร้างสรรค์ของครูผู้ช่วยและครู คศ. 3 ยังมีประเด็นที่แตกต่างหากกรอบอ้างอิงที่ใช้พิจารณามุ่งเน้นไปที่นักเรียน โดยครูผู้ช่วยจะมองว่าความคิดสร้างสรรค์คือทักษะชีวิตทำให้การใช้ชีวิตดีขึ้นและจะส่งผลให้การเรียนรู้ดีขึ้น แต่มุมมองของครู คศ. 3 มองว่าความคิดสร้างสรรค์จะเน้นไปที่การสร้างนวัตกรรมที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหา ความแตกต่างนี้แสดงให้เห็นถึงประสพการณ์ของครูทั้งครูผู้ช่วยและครู คศ. 3 ที่แสดงถึงบริบทที่ตัวเองได้รับมาและนำมาอภิปรายเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ต่อตัวนักเรียน ซึ่งครูผู้ช่วยยังมีหน้าที่รับผิดชอบหรือสถานะของตนเองยังน้อยเมื่อเทียบกับครู คศ. 3 จึงทำให้ครูผู้ช่วยมองว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่จำเป็นต่อชีวิตซึ่งเป็นการมองในมุมของตัวเอง ซึ่งต่างจากครู คศ. 3 ที่มีหลายสถานะอาทิเช่น เป็นผู้ปกครองเป็นครู จึงทำให้มุมมองความคิดสร้างสรรค์เป็นมุมมองที่มองภาพกว้างโดยรวมทั้งหมด

จากที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าประสพการณ์มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ กล่าวคือทักษะความคิดสร้างสรรค์พัฒนาได้โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ และหนึ่งในประสพการณ์ที่ส่งผลต่อมุมมองที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์นั้นก็คือประสพการณ์ชีวิต โดย Nurulsari (2017) กล่าวว่า กระบวนการการเรียนรู้ที่อาศัยประสพการณ์ชีวิตส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ เพราะเหตุนี้จึงส่งผลให้มุมมองของครูผู้ช่วยและครู คศ. 3 มีความเหมือนกันในพื้นฐานทางทฤษฎีเพราะได้รับประสพการณ์เกี่ยวกับนิยามพื้นฐานของความคิดสร้างสรรค์มาเหมือนกัน แต่แตกต่าง

กันอย่างชัดเจนหากพิจารณาในการนำเอาความคิดสร้างสรรค์มามุ่งเน้นไปที่นักเรียน เพราะพวกเขาได้รับประสบการณ์ชีวิตมาต่างกัน

2. ความเข้าใจของครูต่อความคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาฟิสิกส์

มุมมองของครูผู้ช่วยและครู คศ. 3 ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาฟิสิกส์ โดยมุมมองของครูผู้ช่วยและครู คศ. 3 มีทิศทางที่เหมือนกันคือ ความคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาฟิสิกส์จะมุ่งเน้นไปที่ความคิดที่แปลกใหม่ มุมมองอื่น ๆ ที่ไม่ซ้ำเดิม และนำไปเชื่อมโยงกับความรู้ฟิสิกส์สู่การอธิบายปรากฏต่าง ๆ สร้างนวัตกรรม และท้ายสุดนำความรู้หรือนวัตกรรมที่ได้มานั้นสู่การแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับ (Moravcsik, 1981) ที่กล่าวไว้ว่า วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์เนื่องจากความรู้ทางฟิสิกส์ต้องอาศัยการสืบเสาะแสวงหาความรู้และใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และค้นคว้าหาคำตอบเพื่อหาทางออก หรือเรียกว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Creativity) นอกจากนี้เนื่องด้วยบางประเทศที่การพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ถูกฝังอยู่ในหลักสูตร (Adawiyah et al., 2019) รวมถึงประเทศไทยที่หลักสูตรพยายามที่จะพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ส่งผลให้มุมมองของครูที่สอนรายวิชาฟิสิกส์ไม่ว่าจะเป็นครูผู้ช่วยหรือครู คศ. 3 มีมุมมองต่อความคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาฟิสิกส์ที่เหมือนกัน เพราะครูต่างต้องจัดการเรียนรู้เพื่อให้ตอบสนองต่อหลักสูตรที่เหมือนเป็นกรอบ และเมื่อครูอยู่ในกรอบเดียวกันจึงทำให้มุมมองมีลักษณะคล้ายคลึงกัน

3. การสอนที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

มุมมองประเด็นการสอนที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนของครูผู้ช่วยและครู คศ. 3 โดยได้แบ่งออกเป็น 4 ประเด็น คือ เนื้อหา กระบวนการสอน สื่อการสอน และการประเมิน โดยมุมมองของครูผู้ช่วยมองว่าในด้านของเนื้อหาต้องใช้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งรอบตัวในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทางฟิสิกส์ ส่วนกรณีของครู คศ. 3 จะมุ่งเน้นไปที่เนื้อหาที่ปรับปรุงให้ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา ส่วนในประเด็นของกระบวนการสอนครูผู้ช่วยและครู คศ. 3 เห็นตรงกันว่าการเสริมสร้างทักษะการคิดสร้างสรรค์ควรมาจากการสอนแบบ active learning กล่าวคือ โดยผ่านการจัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ การเรียนรู้ผ่านการทดลอง ให้นักเรียนได้ลงมือสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง เน้นให้ใช้แนวคิดที่ได้เรียนสู่การสร้างนวัตกรรม โดยการบูรณาการเข้ากับการเรียนรู้แบบต่าง ๆ อาทิ STEM, การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ซึ่งสอดคล้องกับ Netwong (2018) ที่ใช้สะเต็มศึกษาพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และ Soros, Ponkham & Ekkapim (2018) ที่ใช้สะเต็มในการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา โดยเน้นการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงความรู้เข้ากับบริบทจริง และแก้ปัญหาด้วยทักษะกระบวนการคิดขั้นสูงและมีความซับซ้อนหลายทักษะร่วมกัน

แต่ในความเหมือนยังมีความต่าง กล่าวคือครูผู้ช่วยและครู คศ. 3 ที่จบการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต วิธีการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์จะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการวิทยาศาสตร์ในการตรวจสอบข้อมูลซึ่งนำไปสู่การรู้แนวคิด แล้วจึงนำแนวคิดที่ได้ไปประยุกต์ใช้ให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ส่วนครูผู้ช่วยและครู คศ. 3 ที่จบการศึกษาศึกษาศาสตรบัณฑิตจะเน้นการใช้วิธีการสอนหรือเทคนิครูปแบบต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยตรง และในบทความนี้ผู้วิจัยได้มุมมองของครูที่จบการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และศึกษาศาสตร์ (นักเรียนทุน สกว.) ซึ่งพบว่าวิธีการสอนเป็นการผสมผสานกันระหว่างการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคนิคการสอนต่าง ๆ ในการออกแบบการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ จากข้อมูลนี้แสดงให้เห็นว่าประสบการณ์การเรียนรู้ในระดับอุดมศึกษาของครูแต่ละท่านส่งผลต่อมุมมองการจัดการเรียนรู้ในส่วนของสื่อการสอน ครูผู้ช่วยเน้นใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ในการเป็นสื่อสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับคำอธิบายของ Chindanurak (2016) ที่ว่าทักษะในศตวรรษที่ 21 จำเป็นต้องอาศัยนวัตกรรมและสื่อการสอนที่ทันสมัยเป็นตัวช่วยในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเข้าใจใน

เนื้อหาของบทเรียนที่เป็นนามธรรมมากขึ้น ช่วยกระตุ้นเร้าความสนใจทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้จะเป็นตัวช่วยส่งเสริมความรู้สร้างสรรค์ ส่วนครูคศ. 3 เน้นใช้อุปกรณ์ชุดการทดลองตามหนังสือคู่มือต่าง ๆ จากข้อมูลตรงนี้แสดงให้เห็นถึงความถนัดของแต่ละท่านซึ่งครูผู้ช่วยในบทความนี้อายุการทำงานอยู่ที่ 1 ปี ซึ่งถือได้ว่าเป็นครูรุ่นใหม่ที่มีความคุ้นชินกับเทคโนโลยีมากกว่า จึงทำให้พวกเขาหยิบเอาเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาประยุกต์ใช้ในการทำเป็นสื่อการเรียนรู้ ต่างจากครู คศ. 3 ที่มีอายุการทำงานมากกว่า 15 ปี ซึ่งความสามารถในการใช้เทคโนโลยีอาจสู้ครูรุ่นใหม่ไม่ได้จึงทำให้มุมมองในการเลือกสื่อมีความแตกต่างกัน

ในประเด็นการประเมินทั้งครูผู้ช่วยและครู คศ. 3 เน้นในเรื่องของ การออกแบบ การนำเสนอแนวคิด การสร้างสรรค์ผลงาน หรือนวัตกรรม ที่สามารถอธิบายและใช้งานได้จริง และกิจกรรมการประเมินควรเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ไปในตัว ซึ่งสอดคล้องกับ Ministry of Education (1997) กล่าวไว้ว่า การประเมินตามสภาพจริงเป็นกระบวนการการประเมินความสามารถและการปฏิบัติงานของผู้เรียนในสถานการณ์จริง เน้นให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงความเข้าใจมากกว่าการตรวจคำตอบถูกหรือผิดของผู้เรียนจากการทำข้อสอบ ซึ่งมีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนมากกว่า การที่ครูผู้ช่วยและครูคศ. 3 มีมุมมองที่เหมือนกันในประเด็นของการประเมินผู้วิจัยคิดว่า การประเมินเป็นสิ่งสุดท้ายที่จะบอกว่าสิ่งที่เป็นวัตถุประสงค์บรรลุผลได้หรือไม่ซึ่งหากมีวัตถุประสงค์เดียวกันกรอบการประเมินก็ต้องเหมือนกัน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่ต้องอาศัยความคิดขั้นสูง อาทิ ทักษะการคิดวิเคราะห์, ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนั้นจึงควรตรวจสอบมุมมองของครูที่มีต่อทักษะการคิดอื่น ๆ ที่สามารถช่วยส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์เพื่อให้ได้เห็นมุมมองเชิงลึกเกี่ยวกับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากทิศทางการทำงานของครูขึ้นอยู่กับผู้บริหาร จึงควรมีการศึกษามุมมองของผู้บริหารต่อการส่งเสริมให้ครูจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ต่อไป
2. ควรมีการศึกษาค้นคว้าโปรแกรมการพัฒนาครูที่ช่วยให้ครูมีทักษะความคิดสร้างสรรค์ และการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
3. ควรมีการศึกษาปัจจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน

เอกสารอ้างอิง

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2015). *ผลการประเมิน PISA2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน คณิตศาสตร์ (ฉบับสมบูรณ์)*. กรุงเทพฯ: เซเวนพรีนตติ้ง.
- สุพิตดา จำรัส. (2560). นิยามของสะสมและลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช*, 10(2), 13-34.
- Adam, M. (2017). Enhancing pre-service physics teachers' creative thinking skills through HOT lab design. *AIP Conference Proceedings* 1868, 070001.
- Adawiyah, R., & Harjono, A. A. (2019). Interactive e-book of physics to increase students' creative thinking skills on rotational dynamics concept. *Journal of Physics: Conference Series*, 2019(1153), 1-5.
- Chindanurak, T. (2016). Innovation and Media in Science Teaching and Learning in the 21st Century. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*, 9(1), 560-581.

- Dierking, L. D., & Falk, J. H. (2016). 2020 Vision: Envisioning a new generation of STEM learning research. *Cultural Studies of Science Education*, 11,(2) 1-10.
- Driver, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education. *Science Education*, 38(1), 39-72.
- Guilford, J. P. (1967). Creativity: Yesterday, today, and tomorrow. *The Journal of Creative Behavior*, 1(1), 3-14.
- Honey, M., & Kanter, D. E. (2013). *Design, Make, Play: Growing the Next Generation of STEM Innovators*. New York: Routledge.
- Fryer, M. (2011). Teachers' views about creativity. *British Journal of Educational Psychology*, 61(2), 207-219.
- Ministry of Education. (1997). *Measurement and evaluation of the actual condition of the students*. Bangkok: Kurusapa Printing Ladphrao.
- (2010). *Guidelines for open classes in basic education institutions affiliated with the committee for basic education*. Bangkok: The Agricultural Cooperative Federation of Thailand.
- Moravcsik, M. J. (1981). Creativity in science education. *Science Education*, 65(1), 221-227.
- Netwong, T. (2018). Development of problem solving skills by integration learning following stem education for higher education. *International Journal of Information and Education Technology*, 8(9), 639-643.
- Newton, L. D., & Newton, D. P. (2014). Creativity in 21st-century education. *Prospects*, 44(1), 575-589.
- Novinta, N., Agus, S., & Abdurrahman, A. (2017). Development of soft scaffolding strategy to improve student's creative thinking ability in physics. *Journal of Physics: Conference Series*. 909 (2017) 012053.
- Runco, M. A. (2010). Torrance tests of creative thinking as predictors of personal achievement: a fifty-year follow-up. *Creativity Research Journal*, 22(4), 361-368.
- Ponkham, S., & Ekkapim, S. (2018). The results of STEM education methods for enhancing critical thinking and problem solving skill in physics the 10th grade level. *AIP Conference Proceedings* 1923(1), 030045.