

จินตนาการทางวิทยาศาสตร์สู่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

Scientific imagination for science learning in the 21st century

ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล*

ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Chaninan Pruekpramool*

Science Education Center, Srinakharinwirot University

บทคัดย่อ

จินตนาการทางวิทยาศาสตร์เป็นจุดเชื่อมโยงสำคัญของการคิดอย่างมีจินตนาการและองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปสู่การพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดสร้างสรรค์ อันเป็นหนึ่งในทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 อย่างไรก็ตาม จินตนาการทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถพื้นฐานที่เกิดขึ้นก่อนและมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ ใน 4 ประเด็น ได้แก่ ความสัมพันธ์ของจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถที่แสดงถึงการมีจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ และจินตนาการทางวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนหากผู้สอนได้คำนึงถึงความสำคัญของจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผู้เรียนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์แล้วนั้น จะนำไปสู่การพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้ การคิดค้นนวัตกรรม และทำให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความหมายต่อผู้เรียน

คำสำคัญ: จินตนาการทางวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ศตวรรษที่ 21

* ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding Author)
e-mail: chaninan@g.swu.ac.th

Abstract

Scientific imagination is an important link between imaginative thinking and scientific knowledge which leads to the development of students' creativity. Creativity, certainly, is one of the essential skills necessary for the citizen in the 21st century. However, scientific imagination is the basic ability occurred before and has a direct relationship with scientific creativity. This article aims to present a review of literature and knowledge related to scientific imagination in 4 main points which are the relation between imagination and creativity, scientific imagination, the abilities of people with scientific imagination and scientific imagination in science classroom. In science learning, if instructors aware of the importance of scientific imagination, this will lead to the development of the new knowledge, innovations and make science learning more meaningful to learners .

Keywords: Scientific Imagination, Science Learning, 21st Century

บทนำ

การเตรียมพลเมืองของประเทศเข้าสู่การดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 เป็นเรื่องที่ซับซ้อน (Asia Society Partnership for Global Learning, 2012: 4) กลุ่มของบุคคลที่มีบทบาทสำคัญในการศึกษาเกี่ยวกับทักษะที่จำเป็นสำหรับการเป็นพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ที่ไม่กล่าวถึงไม่ได้คือ The Partnership for 21st Century Skills หรือ P21 ได้ระบุทักษะที่เด็กและเยาวชนพึงมีในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 แบ่งออกเป็น 3 ด้านหลัก ได้แก่ ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and innovative skills) ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี (Information, media and technology skills) และทักษะชีวิตและอาชีพ (Life and career skills) (The Partnership for 21st Century Skills, 2009) เช่นเดียวกับนานาประเทศ ประเทศไทยได้ให้ความสำคัญในเรื่องนี้ พิจารณาได้จากแผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559) ที่ได้มุ่งเน้นถึงการพัฒนาค้นให้เกิดการพัฒนาอย่างรอบด้านและสมดุล รวมถึงมุ่งเน้นในการพัฒนาผู้สอนและผู้เรียนให้มีคุณภาพ โดยมีกลยุทธ์และแนวทางการดำเนินงานเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ (Ministry of education, 2012) ซึ่งสอดคล้องตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2545) ที่ได้กำหนดมาตรฐานการศึกษาแห่งชาติ โดยให้ความสำคัญกับผู้เรียนและให้มีการส่งเสริมความสามารถของผู้เรียนอย่างเต็มศักยภาพ ในด้านการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดสร้างสรรค์และคิดจินตนาการ (Ministry of education, 2010) เพื่อเตรียมความพร้อมของผู้เรียนให้เรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างมีความหมาย

การให้ผู้เรียนได้ฝึกพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงตามที่กล่าวมานั้น โดยเฉพาะทักษะการคิดสร้างสรรค์ เมื่อนำมาบูรณาการเข้ากับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แล้ว จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลก รวมถึงเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เกิดความเข้าใจธรรมชาติหรือวิทยาศาสตร์ อย่างลึกซึ้ง ซึ่งการที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างถ่องแท้ นั้น ผู้เรียน ต้องเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ ค้นคว้าเพิ่มเติม และเชื่อมโยงแนวคิดวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง (Sukonket & Thammasri, 2014) นำไปสู่การต่อยอดความรู้และการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่สอดคล้องกับแนวคิดหลักทาง วิทยาศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตามในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งให้ผู้เรียนไปถึงทักษะการคิดสร้างสรรค์ได้ นั้น ต้องเริ่มต้นจากการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีจินตนาการเสียก่อน

การศึกษาเรื่องจินตนาการมีการศึกษาอย่างแพร่หลาย โดยนักการศึกษาได้ให้ความหมาย ของจินตนาการไว้ว่า จินตนาการ หมายถึง ความสามารถในการคิดถึงสิ่งต่าง ๆ ในแบบที่เป็นอยู่เป็นการกระทำ ที่ตั้งใจของจิตใจ เป็นแหล่งการประดิษฐ์คิดค้น ช่วยให้เกิดความแปลกใหม่ ช่วยส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งการคิดอย่างมีเหตุผลนั้นเป็นสิ่งสำคัญต่อการเรียนรู้ของมนุษย์ (Kiratiganont, 2014) จินตนาการ ต้องอาศัยการจดจำความรู้และทักษะเป็นอย่างมาก ถึงจะทำให้จินตนาการได้รับการกระตุ้น ในกระบวนการ จัดการเรียนรู้ผู้สอนจึงต้องแน่ใจว่าผู้เรียนมีความรู้และทักษะที่เพียงพอก่อนที่จะส่งเสริมจินตนาการให้กับผู้เรียน (Egan, 1992) ยิ่งไปกว่านั้น จินตนาการเป็นส่วนประกอบสำคัญในการค้นพบนวัตกรรมที่ยิ่งใหญ่ จินตนาการช่วยพัฒนาภาพ (Mental image) สามารถอธิบายเหตุการณ์หรือกิจกรรมต่าง ๆ ผ่านการให้ เหตุผล (Samli, 2011) เป็นพื้นฐานของการปลูกฝังความคิดเชิงสร้างสรรค์ (Liang et al., 2012) และหากนำจินตนาการมาผนวกเข้ากับวิทยาศาสตร์ เราจะเรียกว่า จินตนาการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific imagination) (Polk, 2009)

จินตนาการทางวิทยาศาสตร์

โดยหัวข้อที่จะนำเสนอในบทความนี้เกี่ยวข้องกับจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือเป็นจุดเชื่อมโยง สำคัญที่จะนำไปสู่การพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดสร้างสรรค์ อันเป็นหนึ่งในทักษะที่จำเป็นต่อการดำรง ชีวิตในศตวรรษที่ 21 โดยผู้เขียนขอเสนอใน 4 ประเด็นหลัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถที่แสดงถึงการมีจินตนาการทาง วิทยาศาสตร์ และจินตนาการทางวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน

1. ความสัมพันธ์ของจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

ในการพิจารณาความสัมพันธ์ของจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ ผู้ที่ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ ได้เสนอทัศนะที่แตกต่างกันเป็น 2 แนวทาง โดยแนวทางแรกเสนอว่า จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ มีความแตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามทั้งสองคำนี้มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน โดย Freedman (2010) ได้ให้ความหมายของจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ว่า จินตนาการ หมายถึง มโนภาพของบางสิ่งบางอย่าง

ที่ไม่เคยมีใครรู้จักหรือมีอยู่ในความเป็นจริง ส่วนความคิดสร้างสรรค์นั้น เป็นผลของการประยุกต์จินตนาการเข้ากับการคิด การกระทำ หรือการสร้างสรรค์สิ่งแปลกใหม่ โดย Vygotsky (2004: 9-10) เสนอว่า กิจกรรมเชิงสร้างสรรค์ (Creative activity) ของมนุษย์ ทำให้มนุษย์สามารถที่จะสร้างสรรค์อนาคตให้เกิดขึ้นเป็นปัจจุบันได้ กิจกรรมเชิงสร้างสรรค์บนรากฐานของสมองของมนุษย์ในการร่วมกันขององค์ประกอบต่าง ๆ ทางความคิดเรียกว่า จินตนาการ (Imagination) หรือ จินตนิมิต (Fantasy) โดยทั่วไปแล้วคำว่าจินตนาการหรือจินตนิมิต ถูกใช้ในการอ้างอิงถึงบางสิ่งบางอย่างที่แตกต่างจากที่มีการให้ความหมายในวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ ในชีวิตประจำวัน จินตนาการ หรือ จินตนิมิต หมายถึง สิ่งที่ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงและไม่ได้มีความสำคัญเชิงปฏิบัติ แต่ในความเป็นจริงแล้ว จินตนาการคือพื้นฐานของกิจกรรมเชิงสร้างสรรค์ของมนุษย์เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในทุก ๆ ด้านของวัฒนธรรม ชีวิต ศิลปะ วิทยาศาสตร์ และการสร้างสรรค์ ในความหมายนี้ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบตัวเราถูกสร้างขึ้นโดยมนุษย์ วัฒนธรรมต่าง ๆ ทั่วโลกที่แตกต่างกัน สิ่งเหล่านี้ล้วนเกิดขึ้นจากจินตนาการทั้งสิ้น ส่วนความคิดสร้างสรรค์เป็นกรอบขอบเขตของแต่ละบุคคล เช่น คนที่เป็นอัจฉริยะ คนที่มีความสามารถพิเศษ คนที่รังสรรค์งานศิลปะที่ยอดเยี่ยม คนที่เป็นผู้ค้นพบทางวิทยาศาสตร์ หรือประดิษฐ์คิดค้นเทคโนโลยีขั้นสูง เป็นต้น บุคคลเหล่านี้มักจะสามารถในการสร้างสรรค์ที่แตกต่างกันไปในแต่ละด้าน

อย่างไรก็ตามได้มีนักการศึกษาเสนออีกหนึ่งแนวทางว่า จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์อาจจะไม่จำเป็นต้องมีความเกี่ยวข้องกัน โดย Samli (2011: 10-15) ได้เสนอว่า ความคิดสร้างสรรค์ไม่จำเป็นต้องเชื่อมโยงกับจินตนาการ ในขณะที่จินตนาการ หมายถึง การคิดอย่างอิสระและนอกกรอบ ส่วนความคิดสร้างสรรค์นั้น เป็นการคิดที่ตอบสนองต่อปัญหาด้วยเครื่องมือ อุปกรณ์และองค์ความรู้ที่มีอยู่ จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์เป็นปรากฏการณ์ที่แยกออกจากกัน ความเป็นไปได้ที่บุคคลหรือองค์กรหนึ่งจะแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์เพียงอย่างเดียวโดยปราศจากจินตนาการ ตัวอย่างเช่น บริษัทแห่งหนึ่งที่กำลังดำเนินการไปด้วยดีมีผลกำไรและอันดับความก้าวหน้าที่ดีในวงการอุตสาหกรรม ซึ่งอาจเป็นเพราะบริษัทแห่งนี้ให้ความสำคัญกับการรับฟังความคิดเห็นของลูกค้าและมีการใช้เทคโนโลยีที่เหนือกว่าที่อื่น ทำให้มีการฝึกฝนระบบการจัดการที่ดีและใช้แค่เพียงความคิดสร้างสรรค์เท่านั้น เพียงแต่หากจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มีส่วนเกี่ยวข้องหรือมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันแล้ว โอกาสของการก่อให้เกิดนวัตกรรมที่ยิ่งใหญ่ยิ่งมีสูงขึ้น ถ้าไม่มีจินตนาการ อาศัยแต่ความคิดสร้างสรรค์เพียงอย่างเดียวอาจนำไปสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรมที่เพิ่มขึ้น แต่หากประกอบด้วยจินตนาการแล้ว นวัตกรรมที่เกิดขึ้นจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ยิ่งใหญ่ เช่น การคิดค้น เครื่องบิน เครื่องยนต์กลไก โทรศัพท์ วัคซีน เรือเหล็ก และระเบิดไฮโดรเจน เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับ Plait (2009: 1-2) ที่ให้ทัศนะว่า หากไม่มีจินตนาการแล้ว สิ่งที่เราสามารถทำได้คือ การจัดหมวดหมู่ การให้ชื่อ การใช้ตัวเลขและสถิติเท่านั้น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์แล้วหากไม่มีจินตนาการเข้ามาเกี่ยวข้อง วิทยาศาสตร์ก็ไม่ต่างอะไรกับพจนานุกรม และหากไม่มีจินตนาการเราอาจจะเกิดการเรียนรู้จากสิ่งต่าง ๆ ผ่านองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้แต่จะไม่สามารถเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง

โดยปัจจัยที่กระตุ้นให้เกิดจินตนาการ คือ การคิดที่เป็นนามธรรม หากบุคคลใดไปถึงจุดที่สามารถคิดถึงสิ่งที่ยังไม่มีอยู่ หรือยังไม่มีใครค้นพบหรือรู้จักแล้ว จินตนาการจะได้รับการกระตุ้นอยู่ตลอดเวลา ซึ่งการกระตุ้นให้เกิดจินตนาการ Samli (2011: 12) ได้เสนอแนวทางไว้ 3 แนวทางดังนี้

1. การคิดแบบเป็นเรื่องราว หรือการมโนภาพเรื่องราวจากความเป็นจริง เป็นสิ่งที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดจินตนาการ
2. การรับรู้เหตุการณ์หรือแนวคิดจากโลกแห่งความเป็นจริงแล้วเปลี่ยนการรับรู้เป็นเรื่องราว เป็นอีกหนึ่งกิจกรรมที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดจินตนาการ
3. ความสามารถในการพัฒนาแนวคิดที่ไม่มีอยู่จริงและคิดถึงแนวคิดเหล่านั้นในลักษณะของการมีอยู่จริง ก็เป็นการกระตุ้นให้เกิดจินตนาการได้เป็นอย่างดี

โดยการกระตุ้นทั้ง 3 แนวทางนี้สามารถทำงานอย่างอิสระหรือทำงานร่วมกันได้ในการสร้างมโนภาพให้เกิดขึ้น นั้นหมายความว่า บุคคลที่มีจินตนาการต้องสามารถสร้างภาพทางความคิดหรือสร้างจินตภาพได้โดยที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อนและสอดคล้องกับชีวิตจริง โดยสามารถสร้างกรอบความคิดจากการบอกเล่าเรื่องราวของบุคคลอื่นได้

2. จินตนาการทางวิทยาศาสตร์

ฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ และประวัติศาสตร์ เป็นศาสตร์ที่ไม่ควรแยกการเรียนรู้ออกจากจินตนาการ จินตนาการสามารถเติบโตได้ในศาสตร์เหล่านี้ ดังนั้นความสามารถในความเข้าใจความจริงของโลกจะช่วยส่งเสริมความหมายของจินตนาการให้เกิดการเรียนรู้ในศาสตร์เหล่านี้ได้ดียิ่งขึ้น (Egan, 1992) การบ่มเพาะจินตนาการให้กับเด็กเป็นสิ่งสำคัญ จินตนาการเป็นเรื่องเกี่ยวกับการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ ในโลก และส่งเสริมความสามารถในการคิดของมนุษย์ หากนำจินตนาการประยุกต์เข้ากับวิทยาศาสตร์ เราจะเรียกว่า จินตนาการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific imagination) ตัวอย่างของจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรมบนฐานองค์ความรู้ในศาสตร์ที่กล่าวมาที่เห็นได้ชัด เช่น จาณินยาหรือภาพยนตร์วิทยาศาสตร์ในอดีตที่สื่อให้เห็นถึงจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ที่มนุษย์สามารถสื่อสารผ่านหน้าจอที่มีการพูดคุยหรือเห็นหน้าคู่สนทนาได้สามารถทำให้เกิดขึ้นได้จริงในปัจจุบันและยังพัฒนาต่อไปอย่างไม่สิ้นสุด

วิทยาศาสตร์ เป็นศาสตร์ที่อยากจะเข้าใจ นักวิทยาศาสตร์จึงได้ปรับให้องค์ความรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในรูปแบบของขั้นตอนวิธีการ ตัวอย่างเช่น ในการค้นพบสิ่งที่ยิ่งใหญ่ของวิชาฟิสิกส์และเคมี ต้องอาศัยการคำนวณจากสูตรหรือสมการ ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับการจินตนาการแต่อย่างใด (Polk, 2009) ซึ่งสอดคล้องกับ Plait (2009) ที่กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ยากต่อการเข้าใจ คนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจกระบวนการของวิทยาศาสตร์ รวมถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ตลอดจนสมการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการทำความเข้าใจธรรมชาติ

ในช่วงปลายยุคกลาง วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบหลัก 1) วิทยาศาสตร์แท้ (Exact science) ได้แก่ วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณทางดาราศาสตร์ ทัศนศาสตร์ สถิติศาสตร์ คณิตศาสตร์ ฯลฯ และ 2) ปรัชญาทางธรรมชาติ หรือวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (Natural philosophy or

natural science) โดยทั่วไปหมายถึงฟิสิกส์ นักวิทยาศาสตร์รุ่นก่อน ๆ กว่าจะได้มาซึ่งทฤษฎีหรือแนวคิด ต้องอาศัยจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น (Grant, 2004) โดย Egan (1992) ได้ให้ทัศนะว่า หลักฐานแรก ที่แสดงถึงคุณลักษณะของผู้เรียนที่มีจินตนาการคือ การที่ผู้เรียนมีความพร้อมที่จะได้รับการนำเข้าสู่บทเรียน เริ่มต้นจากเรื่องราว (Stories) ในบริบทของการบรรยาย (Narrative context) ดังนั้นถ้าจะกระตุ้นให้ผู้เรียน เกิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ ต้องเริ่มจากเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ เช่น เรื่องราวทางฟิสิกส์ เป็นต้น โดยโครงสร้างของเรื่องราวในการนำเข้าสู่บทเรียนของเด็กในช่วงอายุต่างกันควรมีความซับซ้อนของเรื่องราว ต่างกันและเพิ่มขึ้นตามอายุของผู้เรียน นอกจากนั้นแล้วหัวข้อทางวิทยาศาสตร์เกือบทั้งหมดสามารถแสดงให้เห็นถึงความเกี่ยวข้องกับจินตนาการที่แตกต่างจากความคิดในรูปแบบปกติ

สำหรับจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ หรือ Scientific imagination ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรม ผู้เขียนไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจินตนาการทางวิทยาศาสตร์มากนัก ส่วนใหญ่มุ่งส่งเสริมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทั้ง ๆ ที่จินตนาการทางวิทยาศาสตร์เป็นรากฐานของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จึงควรเป็นสิ่งที่ได้รับการส่งเสริมก่อน โดยงานวิจัยในประเทศไทยนั้น ได้มีผู้ศึกษาวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ Wonggom (2001) Lekkanok (2006) และ Pudsadee (2009) ได้ให้ความหมายของจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ไปในทางเดียวกันว่า จินตนาการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสร้างภาพให้ปรากฏเรื่องราวภายในจิตใจ ในทางที่เป็นไปได้ในช่วงเวลาปัจจุบันและอนาคต ที่สอดคล้องเชื่อมโยงกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เคยประสบถึงแม้ไม่ได้เกิดขึ้นในขณะนั้นก็สามารถสร้างภาพได้ โดยงานวิจัยทั้ง 3 เรื่องนี้ เน้นการนำเสนอเรื่องราว ที่แสดงถึงจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ผ่านการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ (Science fictions) และทำการประเมินความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนผ่านผลงานคือ นิยายวิทยาศาสตร์ โดยการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ผ่านการลำดับความคิด ความถูกต้องของเนื้อหา ภาพประกอบและเทคนิคการเขียน ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกันกับงานวิจัยในต่างประเทศของ Katz (1999) ที่ศึกษาวิจัยโดยใช้นิยายวิทยาศาสตร์ ที่มีอยู่ในปัจจุบันในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเข้าใจวิทยาศาสตร์และส่งเสริมจินตนาการผ่านการอภิปราย ในชั้นเรียน จนผู้เรียนสามารถเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ของตนเองได้ โดยนิยายวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เช่น ภาพยนตร์เรื่อง Outland, Forbidden planet, Star trek เป็นต้น ในปัจจุบันมีหลายหน่วยงานทั้งในประเทศและต่างประเทศที่มุ่งเน้นการผลิตสื่อการเรียนรู้ที่ส่งเสริมจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งทั้งสื่อภาพยนตร์หรือนิยายวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้โดยทำหน้าที่ช่วยในการถ่ายทอดความคิด องค์ความรู้ ความเข้าใจ และทัศนคติต่าง ๆ แก่ผู้เรียน (Intraprasert, 2014) และส่งเสริมการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามรายวิชาอีกด้วย เช่น สังคมศึกษา และวิทยาศาสตร์ ภาษาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เป็นต้น นอกจากนี้แล้วยังได้มีกลุ่มผู้วิจัยทำการศึกษาเกี่ยวกับ จินตนาการทางวิทยาศาสตร์โดยได้ระบุจินตนาการทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรสำคัญในการศึกษาอย่างชัดเจน โดยได้เสนอกระบวนการของจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific imagination process) และปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่เกิดขึ้นในระหว่างการเกิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ (Ho, Wang & Cheng, 2013)

มีการพัฒนาแบบจำลองของจินตนาการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนผังแนวคิด (Wang et al., 2014) รวมถึงการพัฒนาความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ (Learning progression) โดยมีการกำหนดกรอบเฉพาะสำหรับการส่งเสริมจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน แนวทางการนำจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชั้นเรียน รวมถึงแนวทางการประเมินจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในระดับประถมศึกษา (Wang, Ho & Cheng, 2015)

3. ความสามารถที่แสดงถึงการมีจินตนาการทางวิทยาศาสตร์

เนื่องจากตัวแปรจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ยังมิได้ศึกษาไม่มากนัก เป็นตัวแปรที่ผู้เขียนได้ทำการเชื่อมโยงจากองค์ความรู้ด้านการคิดจินตนาการจากการทบทวนวรรณกรรมเข้ากับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยอ้างอิงพฤติกรรมตามองค์ประกอบของ Samli (2011) เป็นหลัก ทำการสังเคราะห์และขยายความเพิ่มเติมโดยเชื่อมโยงจากงานของ Egan (1992), Liang et al. (2012) และ Ho, Wang & Cheng (2013) นำมาผนวกเข้ากับวิทยาศาสตร์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้ได้ความหมายของจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถของบุคคลที่แสดงออกถึงการมีจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

จินตนาการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางการคิดของผู้เรียนในการสร้างภาพในสมองหรือสร้างรูปแบบทางความคิดขึ้นเพื่อทำความเข้าใจลักษณะเหตุการณ์หรือสถานการณ์และคาดการณ์ถึงความเป็นไปได้ของเหตุการณ์หรือสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์นั้น ๆ เพื่อนำไปสู่การสร้างสรรสิ่งใหม่บนพื้นฐานของการรู้วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง โดยความสามารถของบุคคลที่แสดงออกถึงการมีจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ มีองค์ประกอบดังนี้

1) ความสามารถในการคิดถึงสิ่งที่เป็นนามธรรม หมายถึง การนึกหรือระลึกถึงสิ่งใด ๆ อาจเป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ องค์ความรู้ใหม่ ๆ นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นที่ผู้เรียนไม่เคยได้รับรู้หรือเรียนรู้มาก่อน

2) ความสามารถในการคิดถึงสิ่งที่นอกเหนือจากความเป็นจริง หมายถึง การนึกหรือระลึกถึงสิ่งใด ๆ อาจเป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ องค์ความรู้ใหม่ ๆ นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่เคยมีหรือยังไม่มีเกิดขึ้นแต่มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นจริง

3) ความสามารถในการคิดถึงแบบเป็นเรื่องราว หมายถึง การคิดสร้างภาพแทนแนวคิดวิทยาศาสตร์ องค์ความรู้ใหม่ ๆ นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการสร้างเนื้อเรื่อง หรือกำหนดโครงเรื่องขึ้นภายในจิตใจ อาศัยความรู้และประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์เดิมของผู้เรียน

4) ความสามารถในการสร้างภาพทางความคิด หมายถึง การแสดงออกโดยการบอกเล่าเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์หรือนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่คิด

5) ความสามารถในการให้เหตุผลเชื่อมโยง หมายถึง การอธิบายร้อยเรียงเหตุผลในการเลือกใช้ความรู้ แนวคิดวิทยาศาสตร์ หรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ที่ใช้ในการสร้างเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์หรือนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนคิด

6) ความสามารถในการระบุสาเหตุ หมายถึง การอธิบายถึงที่มาและความสำคัญในการสร้างเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ หรือนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนคิด

7) การสร้างความเชื่อ หมายถึง ความสามารถในการเปลี่ยนรูปองค์ความรู้ แนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ หรือนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนคิดขึ้น ไปเป็นความเชื่อ หรือสามารถแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนาแนวคิดนั้นโดยสอดคล้องกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

8) การเห็นคุณค่าของเหตุการณ์และสิ่งที่เกิดขึ้น หมายถึง การแสดงให้เห็นว่าแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ หรือนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนคิด มีความหมายและมีคุณค่า

9) การนำเสนอผลงานที่มีความหมายต่อชีวิต หมายถึง ความสามารถในการบอกเล่าเรื่องราว แสดงแผนงาน แนวทาง หรือผลงาน อธิบายให้เห็นถึงประโยชน์ ขององค์ความรู้ แนวคิด เรื่องราว หรือนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนคิดที่ส่งผลต่อการดำรงชีวิตของคนในสังคมหรือเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน

ความสามารถของผู้เรียนที่แสดงถึงการมีจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ตามที่กล่าวมาข้างต้น สามารถแสดงออกได้ผ่านการเขียน การวาดรูป การวาดแผนผัง แผนภาพ การพูด หรือการสื่อสารในรูปแบบอื่น ๆ หากผู้สอนได้เห็นความสำคัญและทำการส่งเสริมให้เกิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นแก่ผู้เรียนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์แล้วนั้น จะนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ การคิดค้นนวัตกรรม และทำให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนมีความหมาย ได้พัฒนากระบวนการคิดซึ่งสอดคล้องกับการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

4. จินตนาการทางวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน

ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมจินตนาการทางวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน Tytler (2007) ได้เสนอว่า หลักสูตรวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องแสดงจุดมุ่งหมายของหลักสูตรอย่างชัดเจน ให้ครอบคลุมถึงความสามารถด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนและต้องสอดคล้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่โรงเรียนกำหนด รวมไปถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในมุมมองด้านการวิจัยและมุมมองทางสังคม ความสามารถในการสืบเสาะและให้เหตุผล ความสามารถด้านอื่น ๆ ได้แก่ ความสนใจ ความสงสัยใคร่รู้ ความซาบซึ้งในการทำงานและวิธีการของวิทยาศาสตร์ การคิดเชิงวิเคราะห์ การสื่อสาร การทำงานเป็นทีม ความคิดสร้างสรรค์ และจินตนาการ เนื่องจากธรรมชาติของผู้เรียนเป็นผู้มีความสงสัยใคร่รู้ และรักในการสืบเสาะหาความรู้ การส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับความรู้และเกิดจินตนาการผ่านกระบวนการสืบเสาะเป็นหน้าที่ที่สำคัญของผู้สอน

โดย Egan (1992) ได้ตระหนักถึงบทบาทหนึ่งของการศึกษาคือ การทำให้ผู้เรียนกระจ่างว่า การจินตนาการหรือการเรียนรู้โดยใช้จินตนาการนั้นอาจไม่ได้คุณค่าหรือรางวัลตอบแทนโดยทันที แต่เมื่อได้เรียนรู้แล้วจะมีความคุ้มค่าต่อการเรียนรู้นั้นเปรียบเสมือนกระบวนการเปรียบเทียบในการบันทึกสัญลักษณ์หรือความรู้ต่าง ๆ ในจิตใจ แต่จิตใจของมนุษย์ไม่สามารถคาดการณ์ได้ซึ่งแตกต่างจากคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยความจำชัดเจน ยิ่งไปกว่านั้นความสัมพันธ์ระหว่างความทรงจำ (Memory) และจินตนาการ คือ การจดจำความรู้ ความจริง วรรณกรรมต่าง ๆ สูตรการคำนวณ ฯลฯ ซึ่งความทรงจำต่าง ๆ เหล่านี้เป็นส่วนที่ช่วยกระตุ้นให้จินตนาการเกิดการพัฒนา แต่อย่างไรก็ตามอุปสรรคที่สำคัญในการที่จะจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมจินตนาการมีอยู่ 2 ประการคือ 1) การขาดความเข้าใจที่แท้จริงในความหมายของจินตนาการ และ 2) การเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดจินตนาการนั้น ดูเหมือนว่าจะยังไม่มีวิธีการเรียนรู้ รูปแบบการเรียนรู้ หรือเทคนิคการเรียนรู้ที่ผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างง่ายและเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งบางครั้งการมุ่งเน้นความสามารถโดยทั่วไปอย่างจินตนาการนั้น ต้องอาศัยหลักสูตรที่แตกต่างจากขอบเขตของการจัดการเรียนรู้แบบเดิม ดังนั้นการบูรณาการของรายวิชาโดยมุ่งเน้นหัวข้อใดหัวข้อหนึ่งอาจเป็นหนทางที่เหมาะสมในการกระตุ้นจินตนาการของผู้เรียนควบคู่ไปกับเนื้อหาหรือหัวข้อที่เรียนรู้ อีกทั้งการจัดการเรียนรู้อย่างแบบดั้งเดิมในแต่ละรายวิชานั้น ไม่ได้เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีจินตนาการ

ช่วงอายุของผู้เรียนก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ผู้สอนต้องคำนึงถึงในการที่จะจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่จะส่งเสริมให้เกิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน เด็กอายุ 8 ปี กับ 15 ปี มีวิธีการส่งเสริมและพัฒนาจินตนาการที่ต่างกัน ในการออกแบบการเรียนรู้ให้ผู้เรียนใช้จินตนาการในการเรียนรู้ในช่วงวัย 8-15 ปี ผู้สอนต้องมีแนวทางในการที่จะเชื่อมโยงลักษณะตัวละครจากเรื่องราวที่ผู้เรียนอ่าน เข้ากับเนื้อหาที่จะทำการสอน การเรียนการสอนควรต้องเริ่มต้นจากสิ่งที่ผู้เรียนรู้อยู่ก่อน รวมถึงเข้าใจขั้นการพัฒนาการของผู้เรียน ระดับความสามารถ ความรู้เดิม ลีลาการเรียนรู้ ฯลฯ สิ่งเหล่านี้ช่วยส่งเสริมให้ผู้สอนสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Egan, 1992) สำหรับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมจินตนาการทางวิทยาศาสตร์นั้น Ho, Wang & Cheng (2013) ได้เสนอการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียนโดยใช้กระบวนการของจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific imagination process) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ชั้น ได้แก่

1) ขั้นเริ่มต้น (Initiation stage) เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการของจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ เริ่มจากการที่ผู้เรียนระบุปัญหาและใช้จินตนาการที่มีมาตั้งแต่เกิด (Inborn imagination) ในการหาคำตอบที่เป็นไปได้ของปัญหา โดยเน้นที่จำนวนของแนวคิด (Ideas) ในขั้นนี้องค์ประกอบของจินตนาการที่ใช้มี 2 องค์ประกอบด้วยกัน ได้แก่ การระดมสมอง (Brainstorming) และการเชื่อมโยงสัมพันธ์ (Association) แนวคิดส่วนใหญ่เกิดจากความต้องการในการแก้ปัญหา หรือเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ผู้เรียนต้องเผชิญตามบริบทของผู้เรียนเอง ซึ่งสังเกตได้ว่าแนวคิดของผู้เรียนที่เกิดขึ้นในขั้นเริ่มต้นนี้มีความเป็นไปได้ที่ผู้เรียนเกือบทุกคนมีความคิดที่คล้ายคลึงกันเป็นอย่างมาก เนื่องมาจากผู้เรียนอยู่ในขั้นการเรียนรู้เดียวกัน

และมีประสบการณ์ชีวิตไม่แตกต่างกัน โดยบทบาทผู้สอนและบทบาทผู้เรียนสำหรับขั้นเริ่มต้นผู้เขียนขอเสนอในรูปแบบตาราง แสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 บทบาทผู้สอนและบทบาทผู้เรียนสำหรับขั้นเริ่มต้น

บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
- ผู้สอนเป็นผู้กำหนดเหตุการณ์หรือสถานการณ์ให้ผู้เรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์นั้น ๆ - ผู้สอนใช้คำถามเพื่อให้แนะแนวทางแก่ผู้เรียนและช่วยผู้เรียนใช้ประสบการณ์ในชีวิตประจำวันให้เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหา - ผู้สอนใช้หลักการที่ว่า “แนวคิดที่ดีได้มาจากหลาย ๆ แนวคิด” และจัดเตรียมผู้เรียนด้วยการกระตุ้นโดยใช้คำถามและรูปแบบการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับประสบการณ์ของผู้เรียน - ผู้สอนเป็นผู้แนะนำและส่งเสริมให้ผู้เรียนริเริ่มแนวคิดโดยไม่มีเงื่อนไขหรือขอบเขต คิดถึงสิ่งที่ยังอาจไม่สามารถปฏิบัติได้หรือเกิดขึ้นได้ และจินตนาการได้อย่างไม่มีข้อจำกัด	- ผู้เรียนจะแสดงแนวคิดในรูปแบบของการสื่อสารด้านการพูด การวาดหรือแสดงตัวอย่างรูปภาพง่าย ๆ และการเขียน - ผู้เรียนระบุแนวคิดและเชื่อมโยงแนวคิดเข้ากับประสบการณ์ชีวิตของตนเอง

2) ขั้นการปรับเปลี่ยนตามพลวัต (Dynamic adjustment stage) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนสามารถระบุความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดและทำการปรับปรุงแนวคิดเข้าไปซ้ำมาจนกระทั่งได้แนวคิดใหม่ ในขั้นนี้องค์ประกอบของจินตนาการที่ใช้มี 3 องค์ประกอบด้วยกัน ได้แก่ การระดมสมอง (Brainstorming) การเชื่อมโยงสัมพันธ์ (Association) และการเปลี่ยนรูป และการขยายความรู้ (Transformation and elaboration) ผู้เรียนสามารถขยายเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่อยู่เบื้องหลังแนวคิดนั้น หรือระบุข้อขัดแย้งระหว่างแนวคิดเหล่านั้นและทำการจัดระบบแนวคิดนั้นใหม่ ขั้นนี้การสนับสนุนจากครอบครัวและปฏิสัมพันธ์ของเพื่อนมีอิทธิพลต่อความสามารถของผู้เรียนในการทำให้เกิดแนวคิดใหม่และการเชื่อมโยง การสนับสนุนจากครอบครัว หมายถึง การจัดหาทรัพยากรต่าง ๆ เพื่อสนับสนุน เช่น ด้านการเงิน และการสนับสนุนฐานความรู้ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนร่วมชั้นเป็นส่วนช่วยในเรื่องของการสื่อสารประสบการณ์ชีวิตซึ่งสามารถมีส่วนทำให้นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหา โดยบทบาทผู้สอนและบทบาทผู้เรียนสำหรับขั้นการปรับเปลี่ยนตามพลวัต แสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 บทบาทผู้สอนและบทบาทผู้เรียนสำหรับขั้นตอนการปรับเปลี่ยนตามพลวัต

บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
- ผู้สอนแนะแนวทางให้ผู้เรียนออกจากแนวคิดที่เป็นนามธรรมและไม่สามารถปฏิบัติได้จริงด้วยการตั้งประสบการณ์และความรู้ทางวิชาชีพของผู้สอนเข้ามาช่วยและมุ่งความสนใจของผู้เรียนไปที่แนวคิดที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาได้ ในระหว่างกระบวนการสอน - ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนร่วมมืออภิปรายกับผู้สอน เพื่อน และพ่อแม่ เพื่อให้สามารถลงมติในตอนท้ายได้ว่าแนวคิดใดที่ใหม่และสามารถนำไปปฏิบัติได้ - ผู้สอนทำหน้าที่สำคัญในการให้คำแนะนำในขั้นตอนการปรับเปลี่ยนตามพลวัต เพื่อเป็นการให้แนวทางแก่ผู้เรียนในการสะท้อนคิดและปรับแนวคิด โดยผู้สอนใช้คำถาม เช่น - แนวคิดเหล่านี้สามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้หรือไม่ - แนวคิดเหล่านี้เป็นแนวคิดใหม่หรือไม่ เป็นต้น	ในขั้นนี้ ผู้เรียนจำเป็นต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดให้ได้มากที่สุด โดยใช้สัญลักษณ์ เช่น เส้นที่บ่งชี้ระหว่างแนวคิด ชี้ให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดที่ชัดเจน เส้นประระหว่างแนวคิดแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ที่ไม่ชัดเจนด้วยวิธีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด ผู้เรียนสามารถสร้างแนวคิดใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา เป็นต้น

3) ขั้นปฏิบัติเสมือนจริง (Virtual implementation stage) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนนำแนวคิดจากขั้นเริ่มต้นและขั้นปรับเปลี่ยนตามพลวัตไปปฏิบัติ นั่นคือการไปใช้ในการแก้ปัญหา หรืออีกทางหนึ่งคือเน้นที่การทำให้แนวคิดเกิดเป็นรูปธรรม ทำให้เป็นรูปเป็นร่าง โดยการสร้างแบบจำลอง (Model) หรือต้นแบบ (Prototypes) ในขั้นนี้องค์ประกอบของจินตนาการที่ใช้ ได้แก่ การกำหนดแนวคิด การจัดการและการสร้างรูปแบบ (Conceptualization, organization and formation) ซึ่งการวาดแบบ วาดแผนภาพ และการทำให้แผนภาพเสร็จสมบูรณ์ ความสามารถเหล่านี้สามารถใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาจินตนาการทางจิตใจ (Mental imagination) และนำไปสู่แนวคิดที่สร้างสรรค์ โดยบทบาทผู้สอนและบทบาทผู้เรียนสำหรับขั้นปฏิบัติเสมือนจริง แสดงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 บทบาทผู้สอนและบทบาทผู้เรียนสำหรับชั้นปฏิบัติเสมือนจริง

บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
- ผู้สอนแนะผู้เรียนโดยการถามคำถาม เช่น วัสดุชนิดไหนที่ผู้เรียนต้องการใช้ ผู้เรียนจะทำโครงการนี้อย่างไร ลักษณะผลงานสุดท้ายของงานนี้คืออะไร เป็นต้น - ผู้สอนแนะให้ผู้เรียนแยกแยะข้อมูลที่สามารถใช้ได้จากชีวิตประจำวันผ่าน การถามคำถาม ผู้สอนยังมีส่วนช่วยผู้เรียนในการเชื่อมโยงประสบการณ์ในอดีตใน การอธิบายบทบาทของแนวคิดให้เกิดเป็นรูปธรรม - ผู้สอนช่วยผู้เรียนในการวาดแบบและสร้างแบบจำลอง - ผู้สอนพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนโดยการดูจากแบบ แผนภาพ หรือแบบจำลองที่ผู้เรียนสร้างขึ้น	- ผู้เรียนวาดแบบ วาดแผนภาพ และแบบจำลองภายใต้การแนะนำของผู้สอน และได้ต้นแบบชิ้นงานในชั้นปฏิบัติเสมือนจริง - ผู้เรียนสามารถตอบคำถามตามประเด็นคำถามต่อไปนี้ - เลือกวัสดุอย่างไร - ประกอบต้นแบบหรือชิ้นงานอย่างไร - ทำอย่างไรให้ชิ้นงานสามารถตอบโจทย์หรือทำได้ตามหน้าที่หรือจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

ดังนั้นหากจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ได้นั้น ความรู้เดิมและประสบการณ์ของผู้เรียนและผู้สอน มีส่วนสำคัญเป็นอย่างมากในการที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเลือกแนวคิดที่จะใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ช่วยให้ผู้เรียนคิดอย่างเชื่อมโยงและสร้างสรรค์ผลงานได้อย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิด เวลาที่ใช้ของผู้เรียนแต่ละคนในการเกิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ไม่เท่ากัน ปัจจัยด้านเวลาจึงเป็นอีกหนึ่งความท้าทายที่ผู้สอนควรคำนึงถึงในการจัดการชั้นเรียนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีจินตนาการ

บทสรุป

จินตนาการและวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่คู่กัน การที่ผู้เรียนมีจินตนาการทางวิทยาศาสตร์และการคิดขั้นสูงก่อให้เกิดนวัตกรรมและองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ ขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นที่ควรส่งเสริมให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนตั้งแต่วัยเด็ก โดยการเริ่มต้นเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ อาจเริ่มต้นจากการใช้นิยายวิทยาศาสตร์ ภาพยนตร์วิทยาศาสตร์ และการใช้สัญลักษณ์ในการแทนสิ่งต่าง ๆ ร่วมกับการกระตุ้นการเรียนรู้จากผู้สอนผ่านการใช้คำถาม ให้ผู้เรียนได้ฝึกการเชื่อมโยงแนวคิดเข้ากับความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ได้ฝึกการคิดนอกกรอบ คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลและพัฒนาความคิดเหล่านั้นให้เกิดเป็นรูปธรรมได้เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน ผ่านการเขียน การวาดรูป การพูด หรือการสื่อสารในรูปแบบอื่น ๆ ตามช่วงวัย

และขั้นการพัฒนาการของผู้เรียน การเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียนในลักษณะนี้ จะเป็นกุญแจสำคัญในการเตรียมความพร้อมผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้ในองค์ความรู้ที่สูงขึ้นอย่างมีความหมาย มีความคิดสร้างสรรค์ พร้อมทั้งจะดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 และมีความสามารถทัดเทียมกับนานาชาติประเทศ เพื่อเป็นหนึ่งในพลังในการขับเคลื่อนประเทศไทยต่อไปในอนาคต

References

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ.2545)*. กรุงเทพฯ: ศุภสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2555). *แผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการฉบับที่สิบเอ็ด* (พ.ศ. 2555-2559). กรุงเทพฯ: สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ.
- ดวงดาว กิตติกันนท์. (2557). การเสริมสร้างทักษะการใช้เหตุผลในการเรียนการสอนโดยใช้หลักการทางปรัชญา. *วารสารวิจัย มสธ. สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 10(2), 235-252.
- ฐิตินาถ สุคนเขตร์ และ วันปิติ ธรรมศรี. (2557). การประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน โดยใช้กิจกรรมสืบเสาะความรู้. *วารสารวิจัย มสธ. สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 10(2), 181-196.
- สายพิรุณ ผุสดี. (2552). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยหนังสือการ์ตูนอิเล็กทรอนิกส์* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สิริภิญญ์ อินทรประเสริฐ. (2557). ความสัมพันธ์ระหว่างอิทธิพลของสื่อกับพฤติกรรมความรุนแรงของเด็กและเยาวชนในกรุงเทพมหานคร. *วารสารวิจัย มสธ. สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 10(3), 17-36.
- อดุลย์ วงศ์ก้อม. (2544). *การศึกษาผลการสอนประกอบการใช้แบบฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดเชิงจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อรอนงค์ เหล็กกนก. (2549). *การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ประกอบการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- Asia Society Partnership for Global Learning. (2012). *Teaching and Learning 21st Century Skills: Lessons from the Learning Sciences*. Retrieved September 15, 2014, from <http://asiasociety.org/files/rand-0512report.pdf>.
- Egan, K. (1992). *Imagination in Teaching and Learning: Ages 8 to 15*. London: Routledge.
- Freedman, A. M. (2010). *Inspiration, Imagination, Creativity, and Innovation*. *World Institute for Action Learning*. Retrieved April 4, 2014, from www.wial.org/uploads/.../8daddac0c61262d3f21d4dfc9af45c7b.pdf.
- Grant, E. (2004). Scientific Imagination in the Middle Ages. *Perspectives on Science*, (12)4, 394-423. Retrieved April 4, 2014, from <http://www.mitpressjournals.org/doi/pdf/10.1162/1063614042776021>
- Ho, H., Wang, C. & Cheng, Y. (2013). Analysis of the Scientific Imagination Process. *Thinking Skills and Creativity*, 10, 68-78. Retrieved September 15, 2014, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871187113000217>.
- Katz, D. A. (1999). *Science and Science Fiction with Emphasis on Chemistry and Science Fiction*. Science and Science Fiction, National Science Teachers Association National Meeting. Retrieved September 15, 2014, from <http://www.chymist.com/Science%20and%20Science%20Fiction.pdf>.
- Liang, C., Chang, C., Chang, Y. & Lin, L. (2012). The Exploration of Indicators of Imagination. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 11(3), 366-374.
- Plait, P. (2009). Science IS Imagination. Retrieved April 4, 2015, from blogs.discovermagazine.com/.../2009/.../science-is-imagination/.
- Polk, B. (2009). *Scientific Imagination*. Retrieved April 4, 2015, from www.genevaschool.org/.../11-20-09_scientific_imagination.pdf.
- Samli, A. C. (2011). *Chapter 2: From Imagination to Innovation: New Product Development for Quality of Life*. Retrieved April 4, 2015, from www.springer.com/cda/content/.../cda.../9781461408536-c1.pdf.
- The Partnership for 21st Century Skills. (2009). *21st Century Skills*. Retrieved September 15, 2014, from www.p21.org.

- Tytler, R. (2007). *Australian Education Review: Re-imagining Science Education Engaging Students in Science for Australia's Future*. Camberwell: Australian Council for Educational Research.
- Vygotsky, L. S. (2004). Imagination and Creativity in Childhood. *Journal of Russian and East European Psychology*, 42(1), 7–97.
- Wang, C., Ho, H. & Cheng, Y. (2015). Building a Learning Progression for Scientific Imagination: A Measurement Approach. *Thinking Skills and Creativity*, 17, 1-14.
- Wang, C., Ho, H., Wu, J. & Cheng, Y. (2014). Development of the Scientific Imagination Model: A Concept Mapping Perspective. *Thinking Skills and Creativity*, 13, 106-119.

Translated Thai References

- Intraprasert, S. (2014). The Relationship between Media Influence and Violent Behavior of Child and Youth in Bangkok. *SDU Research Journal Humanities and Social Sciences*, 10(3), 17-36. (in Thai)
- Kiratiganont, D. (2014). Promotion of Reasoning Skills in Instruction Using Philosophical Principles. *SDU Research Journal Humanities and Social Sciences*, 10(2), 235-252. (in Thai)
- Lekkanok, O. (2006). *A Study on the Effects of Administering Learning through Electronic Science Fiction Writing Practice on Science Achievement and Science Imaginative Thinking Ability of Mathayomsuksa I Students* (Master's thesis). Bangkok: Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Ministry of Education. (2010). *National Education Act B.E.2542 (1999) and Amendments (Second National Education Act .B.E. 2545 (2002)*. Bangkok: Kurusapa Ladprao Printing press. (in Thai)
- Ministry of Education. (2012). *The Eleventh National Education Development Plan (2012-2016)*. Bangkok: Office of the Permanent Secretary. (in Thai)
- Pudsadee, S. (2009). *The Study of Achievement in Science and Ability in Science Imagination of Mathayomsuksa I Students that Learning by Electronic Cartoon Book* (Master's thesis). Bangkok: Srinakharinwirot University. (in Thai)

- Sukonket, T. & Thamasri, W. (2014). The Application of Science Knowledge in the Daily Life Using Knowledge Inquiry Activity. *SDU Research Journal of Humanities and Social Sciences*, 10(2), 181-196. (in Thai)
- Wonggom, A. (2001). *A Study on the Effects of Administering Learning through Science Fiction Writing Practice on Science Achievement and Science Imaginative Thinking Ability of Mathayomsuksa III Students* (Master's thesis). Bangkok: Srinakharinwirot University. (in Thai).

ผู้เขียน

ดร.ชนินันท์ พงษ์ประมูล

ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

114 สุขุมวิท 23 แขวงวัฒนา เขตคลองเตยเหนือ กรุงเทพมหานคร 10110

e-mail: chaninan@swu.ac.th