

PANDANGAN MAHASISWA FISIKA TERHADAP *NATURE OF SCIENCE* (NOS)

Aulia Rahmadhani^{1,a}, Rasydah Nur Tuada^{2,b}

^{1,2}Universitas Sulawesi Barat

e-mail: aularahmadhani@unsulbar.ac.id, rasydahnurTuada@unsulbar.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pandangan mahasiswa fisika terhadap *Nature Of Science* (NOS). Subjek penelitian ini yaitu 29 mahasiswa program studi pendidikan fisika tahun pertama di Universitas Sulawesi Barat, yang memprogramkan mata kuliah IPA Terpadu. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa adaptasi kuesioner SUSSI (*Student Understanding of Science and Scientific Inquiry*) yang terdiri dari 28 butir pernyataan dengan skala Likert. Data kuantitatif dianalisis menggunakan statistik deskriptif, dan data kualitatif dianalisis dan dikategorikan ke dalam pandangan naif, pandangan transisi, dan pandangan terinformasi. Hasil menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa memiliki pandangan naif terhadap NOS pada aspek kreativitas dan imajinasi, aspek keterikatan sosial dan budaya, dan aspek hukum dan teori ilmiah. Pendekatan eksplisit dibutuhkan sebagai alternatif untuk mengembangkan pandangan mahasiswa tentang NOS. Pendidik harus mampu mengintegrasikan NOS dalam pembelajaran dengan menggunakan pendekatan, strategi, model, dan media pembelajaran yang tepat.

Kata kunci: Nature Of Science, SUSSI, Fisika

PHYSICS STUDENTS' VIEWS OF THE NATURE OF SCIENCE (NOS)

Abstract

This study is aimed at identifying the views of physics students toward the Nature Of Science (NOS). The subjects of this study were 29 students of the first-year physics education study program at the University of West Sulawesi, who programmed the Integrated Science course. The instrument used in this study was an adaptation of the SUSSI (Student Understanding of Science and Scientific Inquiry) questionnaire consisting of 28 statement items with a Likert scale. Quantitative data were analyzed using descriptive statistics, and qualitative data were analyzed and categorized into naïve view, transitional view, and informed view. The results show that most students held naïve views of NOS on aspects of creativity and imagination, aspects of social and cultural embeddedness, and aspects of scientific theories and laws. An explicit approach is needed as an alternative to developing students' views on NOS. Educators must be able to integrate NOS into learning by using appropriate approaches, strategies, models, and learning media.

Keywords: Nature Of Science, SUSSI, Physics

PENDAHULUAN

Pembelajaran sains tidak terlepas dari hakikat sains atau *Nature Of Science* (NOS). NOS adalah informasi tentang bagaimana sains bekerja. NOS memiliki aspek-aspek dalam pembelajaran sains, mulai dari strategi yang logis hingga posisi sains di mata publik [1]. Adapun Clough & Olson menyatakan bahwa istilah *Nature Of Science* (NOS) telah didefinisikan dalam berbagai cara selama bertahun-tahun dan sering digunakan oleh para pendidik sains untuk membahas hal-hal seperti apa itu sains, bagaimana fungsi, landasan epistemologis dan ontologis sains, bagaimana ilmuwan bertindak sebagai kelompok sosial, dan bagaimana masyarakat mempengaruhi dan bereaksi terhadap kegiatan ilmiah [2].

NOS merupakan hal penting karena pemahaman NOS sangat diperlukan untuk memahami objek dan proses sains dan teknologi dalam manajemen kehidupan sehari-hari kita, untuk menginformasikan masalah pengambilan keputusan sosiologis, untuk menghargai nilai budaya yang berlaku, dan untuk menumbuhkan pemahaman tentang norma-norma komunitas ilmiah yang mewujudkan komitmen moral bersama kepada masyarakat [3]. Selain itu, pemahaman NOS merupakan aspek penting dalam literasi sains, karena terlibat dalam perdebatan tentang isu-isu sosial-ilmiah yang memerlukan beberapa pemahaman tentang NOS. Dalam kehidupan sehari-hari, ada banyak macam masalah sosial-ilmiah misalnya, modifikasi genetik bahan makanan, peran pembangkit listrik tenaga nuklir, masalah lingkungan, pemanasan global, persiapan menghadapi bencana alam, dan sebagainya [4]. Memahami kebiasaan pemikiran ilmuwan juga merupakan fitur dari NOS dan aspek penting dari literasi sains dan pemahaman masyarakat tentang ilmu pengetahuan [5].

Pemahaman NOS telah diterima secara luas sebagai komponen kunci literasi sains, dan lebih banyak perhatian telah diberikan pada instruksi pendidikan sains di dunia untuk mengembangkan pemahaman siswa tentang NOS [6]. Lederman menyatakan bahwa pandangan yang dimiliki orang tentang NOS dapat dipahami dalam istilah “epistemologi sains, yaitu sains sebagai cara mengetahui, atau nilai-nilai dan asumsi yang melekat pada perkembangan pengetahuan ilmiah” [7].

NOS sebagai nilai dan asumsi fundamental terhadap ilmu pengetahuan dan pengembangan

ilmunya, yang meliputi kemandirian pemikiran, kreativitas, tentatif, berbasis empiris, subjektivitas, testability, serta keterikatan sosial dan budaya [2]. Adapun beberapa aspek NOS antara lain: (a) pengetahuan ilmiah dapat diandalkan dan tentatif, (b) perkembangan ilmu pengetahuan selalu melibatkan unsur subyektif, (c) konteks sosial dan budaya berperan dalam pengembangan pengetahuan ilmiah, (d) kreativitas dan imajinasi berperan dalam pengembangan pengetahuan ilmiah, (e) pengetahuan ilmiah adalah berdasarkan bukti empiris, (f) ada hubungan antara observasi dan inferensi, serta (g) ada hubungan antara hukum dan teori ilmiah [8].

Definisi awal NOS mencakup enam aspek: tentatif, berbasis empiris, sarat teori, kreatif, tertanam secara sosial dan budaya. Secara lebih khusus, aspek tentatif berarti bahwa sains tidak mutlak dan terbuka untuk revisi. Aspek berbasis empiris menyiratkan bahwa sains didasarkan pada bukti empiris. Aspek sarat teori menunjukkan bahwa pengetahuan ilmiah bersifat subyektif dan dipengaruhi oleh latar belakang pribadi, perspektif, dan bias. Aspek kreatif menunjukkan ilmu itu melibatkan kreativitas dan imajinasi manusia. Terakhir, aspek sosial dan budaya menunjukkan bahwa ilmu pengetahuan, masyarakat, dan budaya saling mempengaruhi. Selanjutnya, tiga aspek tambahan NOS telah diusulkan untuk menyiratkan perbedaan antara observasi dan inferensi, fungsi dan hubungan antara teori dan hukum, dan kurangnya metode universal untuk mempelajari sains [9].

Fisika merupakan salah satu cabang dari ilmu sains. Sains adalah ilmu pengetahuan yang dinamis dan selalu mengalami perubahan dan perkembangan yang kontinu. Sains berkaitan dengan cara mencari tahu tentang alam secara sistematis, sehingga sains bukan hanya penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta, konsep-konsep, atau prinsip saja, tetapi juga merupakan suatu proses penemuan. Pembelajaran sains termasuk fisika tidak lepas dari NOS [1]. Ketika membahas NOS, hal ini berkaitan dengan persepsi seseorang tentang bagaimana fisika dan juga sains bekerja secara keseluruhan, metode apa yang digunakan, dan bagaimana seseorang dapat mencirikan pengetahuan yang mereka hasilkan [10].

Pengetahuan tentang NOS merupakan kebutuhan yang mendesak dan mendasar yang perlu dimiliki oleh mahasiswa. Melalui penelitian ini penulis bertujuan untuk mengidentifikasi

pandangan mahasiswa fisika terhadap NOS sehingga nantinya penulis dapat melakukan penelitian lanjutan terkait model pembelajaran yang tepat untuk meningkatkan pemahaman NOS mahasiswa fisika.

METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran secara sistematis, akurat, dan sesuai dengan realitas terkait pandangan mahasiswa fisika terhadap NOS.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada pertemuan akhir mata kuliah IPA Terpadu, Semester Ganjil, Tahun Akademik 2022/2023, di Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Sulawesi Barat.

Target/Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini merupakan mahasiswa program studi pendidikan fisika tahun pertama di Universitas Sulawesi Barat, yang memprogramkan mata kuliah IPA Terpadu. Subjek penelitian ini berjumlah 29 mahasiswa yang berasal dari dua kelas yaitu kelas A berjumlah 13 mahasiswa dan kelas B berjumlah 16 mahasiswa.

Prosedur

Prosedur penelitian ini yaitu kuesioner SUSSI (*Student Understanding of Science and Scientific Inquiry*) yang diadaptasi dari Das, Faikhamta, & Punsuvon untuk melihat pandangan mahasiswa terhadap NOS, diterjemahkan terlebih dahulu dalam Bahasa Indonesia dan divalidasi oleh ahli (validator) yang bertujuan untuk mengetahui valid tidaknya instrumen tersebut digunakan dalam penelitian [6]. Setelah dilakukan validasi oleh validator dan dinyatakan valid, selanjutnya dilakukan pemberian kuesioner kepada mahasiswa program studi pendidikan fisika kelas A dan kelas B yang memprogramkan mata kuliah IPA Terpadu, pada Semester Ganjil, Tahun Akademik 2022/2023.

Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Data terkait pandangan mahasiswa terhadap NOS diperoleh dengan menggunakan kuesioner SUSSI (*Student Understanding of*

Science and Scientific Inquiry), namun menambahkan satu aspek NOS yaitu sifat empiris pengetahuan ilmiah [6]. Kuesioner ini terdiri dari 7 aspek NOS dan setiap aspek terdiri dari 4 butir pernyataan.

Adapun aspek pemahaman NOS yang digunakan dalam kuesioner ini adalah: (1) *observations and inferences* (observasi dan inferensi), (2) *tentativeness* (tentatif), (3) *scientific laws vs. theories* (hukum vs. teori ilmiah), (4) *social and cultural embeddedness* (keterikatan sosial dan budaya), (5) *creativity and imagination* (kreativitas dan imajinasi), (6) *scientific methods* (metode ilmiah), dan (7) *empirical nature of scientific knowledge* (sifat empiris pengetahuan ilmiah). Kuesioner yang digunakan dalam penelitian ini hanya terdiri dari 28 butir. Adapun 28 butir pernyataan ini menggunakan skala Likert dengan lima alternatif jawaban yaitu: Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Ragu-ragu (R), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS).

Teknik Analisis Data

Data yang terkumpul dianalisis dengan berpedoman pada rubrik yang diadaptasi dari Das, Faikhamta, & Punsuvon [6]. Rubrik penilaian berisi pandangan positif dan negatif. Pandangan positif (+) mewakili pandangan yang konsisten dengan dokumen reformasi pendidikan sains internasional saat ini, dan yang negatif (-) mewakili pandangan naif mahasiswa tentang berbagai aspek NOS [6].

Untuk setiap tanggapan positif, diberikan poin dari 1 sampai 5. Misalnya, jawaban sangat tidak setuju = 1, tidak setuju = 2, ragu-ragu = 3, setuju = 4 dan sangat setuju = 5. Begitu pula untuk masing-masing tanggapan negatif, skor diberikan dalam urutan terbalik dari 5 menjadi 1. Misalnya, sangat tidak setuju = 5, setuju = 4, ragu-ragu = 3, setuju = 2 dan sangat setuju = 1.

Selanjutnya, sistem pengkodean 1, 2 dan 3 diberikan untuk setiap aspek NOS, dan tanggapan mahasiswa dikategorikan sebagai (1) pandangan naif, jika tidak satu pun dari empat tanggapan yang dinilai memiliki skor lebih dari tiga; (2), pandangan transisi, jika satu atau lebih dari satu (tetapi tidak semua) dari keempat tanggapan memiliki skor lebih, sama dengan, atau kurang dari tiga; dan (3) pandangan yang terinformasi, jika semua empat tanggapan mendapat skor lebih dari 3 [6].

HASIL DAN DISKUSI

Berdasarkan hasil analisis terhadap item skala Likert, adapun pandangan mahasiswa terhadap NOS pada tujuh aspek sebagai berikut.

Tabel 1. Persentase Mahasiswa yang Memiliki Pandangan Naif, Transisi, dan Terinformasi

Aspek NOS	Naif (%)	Transisi (%)	Terinformasi (%)
<i>Observasi dan inferensi</i>	3,4	89,7	6,9
<i>Tentatif</i>	6,9	89,7	3,4
<i>Hukum dan teori ilmiah</i>	17,2	82,8	0,0
<i>Keterikatan sosial dan budaya</i>	17,2	75,9	6,9
<i>Kreativitas dan imajinasi</i>	44,8	41,4	13,8
<i>Metode ilmiah</i>	6,9	93,1	0,0
<i>Sifat empiris dari pengetahuan ilmiah</i>	0,0	100,0	0,0

Tabel 1 menunjukkan bahwa pada aspek NOS yaitu observasi dan inferensi, sebesar 89,7% mahasiswa memiliki pandangan transisi dan 6,9% mahasiswa memiliki pandangan terinformasi. Sehubungan dengan hasil analisis Likert pada setiap item, menunjukkan bahwa mayoritas mahasiswa (70%) berpandangan bahwa para ilmuwan membuat interpretasi yang berbeda berdasarkan pengamatan yang sama.

Pada aspek tentatif, menunjukkan 89,7% mahasiswa memiliki pandangan transisi dan 3,4% mahasiswa memiliki pandangan terinformasi. Hasil analisis setiap item menunjukkan bahwa 60% mahasiswa berpandangan bahwa teori ilmiah berdasarkan eksperimen yang akurat dan tidak akan berubah. Mahasiswa berpikir bahwa teori ilmiah atau pengetahuan ilmiah tidak akan berubah karena teori ilmiah dibuktikan dengan percobaan berulang; oleh karena itu, para mahasiswa tampaknya memegang pandangan absolut. Pengetahuan ilmiah dapat diandalkan dan tahan lama, tetapi tidak mutlak dan pasti. Klaim ilmiah, teori, dan hukum tunduk pada perubahan. Oleh karena itu, pengetahuan ilmiah dapat dimodifikasi, dibantah, atau disetujui berdasarkan bukti baru dimungkinkan melalui kemajuan dalam pemikiran dan teknologi. Dengan demikian, sejarah dari sains dapat digambarkan sebagai masalah perubahan evolusioner dan revolusioner [6].

Pada aspek hukum dan teori ilmiah, menunjukkan tidak satupun mahasiswa yang memiliki pandangan terinformasi. Berdasarkan analisis per item, sebesar 70% mahasiswa berpandangan bahwa hukum ilmiah adalah teori yang telah terbukti, serta sebesar 63,3% berpandangan bahwa teori ilmiah bisa berubah tapi hukum ilmiah tidak berubah. Hasil ini menunjukkan mahasiswa belum mampu untuk melihat bahwa teori dan hukum adalah dua jenis

pengetahuan yang berbeda dan memiliki fungsi yang berbeda. Teori ilmiah adalah kumpulan konsep yang mapan yang dapat menjelaskan pengamatan berdasarkan pada lebih dari satu penyelidikan. Lebih penting lagi, teori memainkan peran penting dalam menghasilkan masalah penelitian dan penyelidikan. Oleh karena itu, teori didasarkan pada asumsi yang mungkin membuat teori tidak dapat diuji secara langsung. Misalnya, teori molekul kinetik menjelaskan fenomena yang berkaitan dengan perubahan keadaan fisik materi. Di sisi lain, hukum menjelaskan hubungan antara fenomena yang diamati. Misalnya, hukum Boyle menghubungkan tekanan gas dengan volumenya pada suhu tetap. Teori tidak menjadi hukum bahkan dengan bukti tambahan, sebaliknya, teori menjelaskan hukum. Oleh karena itu, teori berbeda dengan hukum sebagaimana adanya penjelasan yang disimpulkan untuk fenomena yang diamati [6].

Berkenaan dengan aspek keterikatan sosial dan budaya pada NOS, hanya 6,9% mahasiswa yang memegang pandangan terinformasi berdasarkan hasil analisis Likert. Adapun hasil analisis per item menunjukkan bahwa 53,3% mahasiswa percaya bahwa sains tidak dipengaruhi oleh masyarakat dan budaya karena para ilmuwan dilatih untuk melakukan penelitian yang murni dan tidak memihak. Hasil ini menunjukkan bahwa banyak mahasiswa percaya bahwa pengetahuan ilmiah dan penelitian berhubungan dengan alam dan kebenaran ilmiah, serta tidak terpengaruh oleh budaya dan masyarakat. Bagi mahasiswa, karya ilmuwan seolah-olah menentukan kebenaran dan tidak dipengaruhi oleh nilai-nilai sosial dan budaya karena sains tidak tergantung pada masyarakat dan budaya. McComas berpendapat bahwa sains adalah usaha manusia dan dipengaruhi oleh peristiwa sejarah, budaya dan sosial. Pada

akhirnya, pengetahuan ilmiah harus dicerna oleh manusia yang dipengaruhi oleh sejarah, budaya dan hukum sosial. Nilai dan harapan budaya ditentukan oleh apa dan bagaimana sains dilakukan, ditafsirkan, dan diterima. Oleh karena itu, sains dan masyarakat saling terkait dan tidak terpisahkan [6].

Pada aspek kreativitas dan imajinasi, hanya sekitar 13,8% mahasiswa yang memiliki pandangan terinformasi tentang aspek ini. Sebagian besar dari mahasiswa (41,4%) memiliki pandangan transisi dan sebagian besar mahasiswa (44,8%) memiliki pandangan naif. Ketika masing-masing item dianalisis, 50% mahasiswa percaya bahwa para ilmuwan menggunakan kreativitas dan imajinasi mereka ketika mereka mengumpulkan data. Sebanyak 50% percaya bahwa para ilmuwan menggunakan kreativitas dan imajinasi mereka ketika mereka menganalisis dan menafsirkan data. Selain itu, sebesar 13,3% mahasiswa tidak setuju dengan pernyataan bahwa ilmuwan tidak menggunakan imajinasi dan kreativitas mereka karena bertentangan dengan penalaran rasional mereka. Secara keseluruhan, mayoritas mahasiswa percaya bahwa ilmuwan menggunakan kreativitas dan imajinasi terutama untuk membuat produk sains dan eksperimen menarik, tetapi mahasiswa belum mampu untuk memahami penggunaan kreativitas dan imajinasi dalam proses penyelidikan ilmiah.

Pada aspek metode ilmiah, 93,1% mahasiswa berpandangan transisi, dan 6,9% memiliki pandangan naif, dan tidak satupun yang memiliki pandangan terinformasi. Untuk hasil analisis per item, menunjukkan bahwa 80% mahasiswa percaya bahwa para ilmuwan menggunakan berbagai jenis metode untuk melakukan penyelidikan ilmiah. Temuan penting lainnya adalah sebagian besar dari mahasiswa (76,7%) berpandangan bahwa ketika seorang ilmuwan menggunakan metode ilmiah dengan benar, maka hasilnya seringkali benar dan akurat. Hasil ini menunjukkan bahwa beberapa mahasiswa memahami bahwa para ilmuwan menggunakan jenis metode yang berbeda, terutama ketika satu metode gagal maka kemudian metode lain digunakan untuk mendapatkan kesimpulan yang akurat. Tidak ada satu pun metode ilmiah universal langkah demi langkah untuk melakukan sains. Ilmuwan menggunakan berbagai metode dan pendekatan untuk menghasilkan pengetahuan ilmiah, termasuk mengamati, menyimpulkan, melakukan

eksperimen, berspekulasi, penyelidikan pustaka, berhipotesis, ide kreatif, dan membangun teori dan penjelasan [6].

Adapun hasil analisis pada aspek sifat empiris dari pengetahuan ilmiah menunjukkan 100% mahasiswa memiliki pandangan transisi. Pada hasil analisis per item, 80% mahasiswa setuju dengan pernyataan bahwa ilmuwan membuat pengamatan dan pengukuran yang memadai untuk mengurangi kesalahan dan mendapatkan bukti yang dapat dipercaya. Demikian pula, sebesar 73,3% mahasiswa mempercayai pernyataan bahwa di antara teori ilmiah yang berbeda, penerimaan teori ilmiah bergantung pada bukti eksperimental. Adapun beberapa ahli berpendapat bahwa sains tidak sepenuhnya didasarkan pada pengamatan terhadap alam sebagai temuannya pada akhirnya harus diselesaikan dengan mengacu pada pengamatan fenomena. Setiap penjelasan ilmiah bergantung pada bukti empiris. Namun, seringkali, para ilmuwan tidak mendapatkan akses langsung ke sebagian besar fenomena alam. Sebaliknya, para ilmuwan menggunakan indra dan/atau peralatan canggih mereka untuk membuat kesimpulan yang realistis dan dapat dipercaya [6].

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan diskusi dapat disimpulkan bahwa pandangan mahasiswa fisika terhadap NOS masih belum memadai. Pendekatan eksplisit dibutuhkan sebagai alternatif untuk mengembangkan pandangan mahasiswa tentang NOS. Perhatian dari semua anggota pendidikan masyarakat sangat diperlukan mengingat pentingnya untuk memahami NOS. Selain itu, diperlukan upaya untuk meningkatkan pemahaman tentang NOS oleh semua pihak. Pendidik harus mampu mengintegrasikan NOS dalam pembelajaran dengan menggunakan pendekatan, strategi, model, dan media pembelajaran yang tepat.

Saran

Hasil penelitian saat ini hanya terbatas pada peserta dan konteks dimana penelitian dilakukan. Peserta tidak dimaksudkan untuk mewakili populasi yang lebih besar. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yaitu penelitian dapat dilakukan pada mahasiswa di tingkat kelas yang berbeda dan dalam konteks yang berbeda pula. Selain itu, untuk penelitian

selanjutnya dapat menerapkan pendekatan eksplisit sebagai upaya yang dilakukan untuk meningkatkan pandangan NOS mahasiswa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Azizah, R. S. (2022). Representation of Nature of Science (NoS) in Indonesian Physics Textbooks: A case of heat and temperature concepts. *Research in Physics Education, 1*(1), 45-56.
- [2] Caramaschi, M., Cullinane, A., Levrini, O., & Erduran, S. (2022). Mapping the nature of science in the Italian physics curriculum: from missing links to opportunities for reform. *International Journal of Science Education, 44*(1), 115-135. doi:10.1080/09500693.2021.2017061
- [3] Widowati, A., Atun, S., Suryadarma, I., Wiyarsi, A., & Yani, L. (2018). The Profile of Students' Views of Nature of Science (NOS) in Junior High School of Yogyakarta. *International Conference on Science and Applied Science (ICSAS)* (pp. 1-7). AIP Publishing.
- [4] Yuenyong, C. (2013). Enhancing Scientific Literacy in Thailand. *Global Studies of Childhood, 3*(1), 86-98. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.2304/gsch.2013.3.1.86>
- [5] Sengdala, P., & Yuenyong, C. (2014). Enhancing laos students' understanding of nature of science in physics learning about atom for peace. *European Journal of Science and Mathematics Education, 2*(2), 119-126.
- [6] Das, P. M., Faikhamta, C., & Punsuvon, V. (2017). Bhutanese Students' Views of Nature of Science: a Case Study of Culturally Rich Country. *Research in Science Education, 49*, 391-412. doi:10.1007/s11165-017-9611-9
- [7] Ibrahim, B., Buffler, A., & Lubben, F. (2009). Profiles of Freshman Physics Students' Views on the Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching, 46*(3), 248-264.
- [8] Deniz, H., & Adibelli, E. (2015). Exploring How Second Grade Elementary Teachers Translate Their Nature of Science Views into Classroom Practice After a Graduate Level Nature of Science Course. *Research in Science Education, 45*, 867-888. doi:10.1007/s11165-014-9447-5
- [9] Zhuang, H., Xiao, Y., Liu, Q., Yu, B., Xiong, J., & Bao, L. (2021). Comparison of nature of science representations in five Chinese high school physics textbooks. *International Journal of Science Education, 43*(11), 1779-1798. doi:10.1080/09500693.2021.1933647
- [10] Woitkowski, D., Rochell, L., & Bauer, A. B. (2021). German university students' views of nature of science in the introductory phase. *Physical Review Physics Education Research, 17*, 1-11.